



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

STUDIUM EKOLOGIČNOSTI ELEKTRICKÉHO VOZIDLA

STUDY OF THE ECOLOGY OF ELECTRIC VEHICLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Varhaník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Kamil Jaššo

BRNO 2021

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Mikroelektronika a technologie**

Ústav elektrotechnologie

Student: Jiří Varhaník

ID: 211246

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Studium ekologičnosti elektrického vozidla

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudujte problematiku ekologie výroby vozidel. Nastudujte ekologii provozu a likvidace osobních motorových a elektrických vozidel. Zvolte a popište vhodnou metodiku měření celkového ekologického dopadu vozidel. Na základě Vámi zvolené metodiky vypočítejte celkovou ekologickou zátěž jednotlivých typů vozidel a výsledky mezi sebou porovnejte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího.

Termín zadání: 29.1.2021

Termín odevzdání: 3.6.2021

Vedoucí práce: Ing. Kamil Jaššo

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

První kapitola této bakalářské práce popisuje historii vzniku elektromobilů, jejich původ, úspěšnost a tehdejší úpadek. Následující kapitola se věnuje objasnění uhlíkové stopy v návaznosti na další kapitoly v oblasti ekologie osobních vozidel. Hlavním cílem této práce bylo nastudování problematiky týkající se ekologie osobních vozidel se zaměřením na elektromobily v rámci České republiky. Ekologie vozidel zahrnuje všechna období životnosti automobilu, počínající výrobou, následným provozem, konečnou likvidací a recyklací vozidla. Dalším cílem byla volba a popis vhodné metodiky výpočtu ekologického dopadu těchto vozidel. V praktické části byly určeny vztahy a metodiky výpočtu, získány zdroje dat pro jednotlivé parametry těchto vztahů a provedeny vlastní výpočty. V poslední části proběhlo zhodnocení a zpracování získaných dat do rovnic, tabulek a grafů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Elektromobily, skleníkové plyny, uhlíková stopa, ekologie, emise, emise z výroby vozidel, emise z provozu vozidel, emise z recyklace vozidel, energetický mix, budoucnost.

ABSTRACT

The first chapter of this bachelor's thesis describes the history of electric cars, their origin, success and decline at the time. The following chapter deals with the clarification of the carbon footprint with regard to the connection to other chapters in the field of ecology of passenger cars. The main goal of this thesis was to study the issues related to the ecology of passenger cars with a focus on electric vehicles in the Czech Republic. The ecology of vehicles covers all periods of the car's life-cycle, starting with the production, following with utilization, final disposal and recycling of the vehicle. Another goal was to select and describe a suitable methodology for calculating the environmental impact of these vehicles. In the practical part, the relations and calculation methodologies were determined, data sources for individual parameters of these relations were obtained and the calculations were performed. The last part was about processing the obtained data into equations, tables and graphs.

KEYWORDS

Electric cars, greenhouse gases, carbon footprint, ecology, emissions, emissions from manufacturing vehicles, emissions from the use of vehicles, emissions from vehicle recycling, energy mix, future.

VARHANÍK, Jiří. *Studium ekologičnosti elektrického vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav mikroelektroniky, 2021, 55 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Kamil Jaššo

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení autora: Jiří Varhaník
VUT ID autora: 211246
Typ práce: Bakalářská práce
Akademický rok: 2020/21
Téma závěrečné práce: Studium ekologičnosti elektrického vozidla

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora*

*Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.

PODĚKOVÁNÍ

Velmi rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Kamilu Jaššovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Obsah

Úvod	11
1 Historie elektromobilů	12
1.1 Počátky elektromobilů	12
1.2 Elektromobil na území Československa - EMA 1	16
1.3 Návrat k technologii elektromobilů	16
1.4 Elektromobily dnes	17
2 Uhlíková stopa	18
3 Ekologie vozidel	21
3.1 Emisní normy	22
3.2 Výroba vozidel	23
3.3 Provoz vozidel	24
3.4 Likvidace vozidel	25
4 Analýza celkových emisí	27
4.1 Bezemisní provoz	27
4.2 Politika studií	27
5 Metodiky výpočtu	28
5.1 Metodika č. 1	28
5.2 Metodika č. 2	28
5.3 Metodika č. 3	28
6 Vztahy pro výpočet	29
6.1 Emise z výroby	29
6.2 Emise z provozu	30
6.3 Emise z likvidace	31
7 Výběr vozidel a jejich porovnání	32
7.1 Náhled do výroby společností	33
7.2 Porovnání vozidel	33
8 Výpočet emisí	35
8.1 Emise z výroby	35
8.2 Emise z provozu	36
8.3 Emise z likvidace	39
8.4 Shrnutí dosažených výsledků	40

Závěr	43
Literatura	45
Seznam symbolů a zkratk	53
A Příloha - ČEPRO a.s.	54

Seznam obrázků

1.1	Stratinghovo elektrické vozítko.	12
1.2	Electrobat zkonstruovaný Henry G. Morrisem a Pedro G. Salomem. .	13
1.3	Jeden z elektrických taxíků Waltera Berseyho.	14
1.4	Československý elektromobil EMA 1.	16
1.5	Elektromobil společnosti General Motors - EV 1.	17
2.1	Vývoj světové teplotní anomálie.	18
2.2	Rozdělení emisí pro podnikovou výrobu dle GHG protokolu.	19
2.3	Podíl instalovaného výkonu v energetické soustavě ČR	20
3.1	Vývoj emisí CO ₂ v jednotlivých odvětvích.	21
3.2	Zastoupení emisí CO ₂ podle druhu dopravy.	22
3.3	Příklad materiálového složení vozidla.	24
3.4	Uhlíková stopa vozidel v závislosti na jejich pohonu.	26
6.1	Mapa produktovodů a skladů PHM ČEPRO, a.s.	31
7.1	Vizuální představení - Tesla Model 3	32
7.2	Vizuální představení - Škoda Superb	32
8.1	Graf závislosti vytvořených emisí na ujeté vzdálenosti v km pro elektromobil Tesla Model 3 a automobily se spalovacími motory Škoda Superb (benzínová varianta – 2,0 TSI 200 kW 4x4 a naftová varianta – 2,0 TDI 147 kW)	42

Seznam tabulek

3.1	Požadavky jednotlivých EURO norem pro benzínové motory.	23
3.2	Požadavky jednotlivých EURO norem pro naftové motory.	23
7.1	Porovnání elektrického vozidla s alternativami se spalovacím motorem.	34
8.1	Výčet parametrů porovnávaných vozidel.	35
8.2	Souhrn emisí vzniklých z výroby a likvidace pro elektromobily a automobily se spalovacím motorem.	40
8.3	Souhrn emisí vzniklých při provozu elektromobilů a automobilů se spalovacím motorem.	41
8.4	Redukovaný výčet hodnot z tabulky pro graf (obr. č. 8.1).	41

Úvod

V dnešní době stále více slycháváme mnoho informací ohledně ekologičnosti získávání energií pocházejících z obnovitelných zdrojů. Názory na danou problematiku se však rozcházejí. Jedna strana podporuje ekologii a obnovitelné zdroje, zatímco druhá strana v nich nevidí takový prospěch.

Pokud už je názor jakýkoliv, čelíme zde budoucímu problému, a to globálnímu oteplování. To má za následek nechtěnou změnu klimatu vlivem působení skleníkového efektu, který je vyvoláván především rostoucí koncentrací oxidu uhličitého (dále CO_2), jenž se do atmosféry dostává převážně spalováním fosilních paliv. Ukazatel ekologičnosti je tzv. uhlíková stopa.

Jednotlivé státy světa přistupují k této problematice velmi rozdílně. Snížováním emisí se nejvíce zabývají státy Evropské unie (dále EU). Jelikož doprava tvoří přibližně 30 % všech emisí CO_2 , a z toho asi 72 % připadá na pozemní dopravu, je elektromobilita namístě.[1] Množství emisí se každým rokem zvyšuje a v zájmu čisté Evropy je tento trend zvrátit nebo alespoň do značné míry omezit. Největší koncentrace emisí je ve městech s vysokou hustotou dopravy. Zde by se uplatnila především výhoda elektromobilu v tom, že se svým provozem „aktivně“ nepodílí na produkci CO_2 . Větší zastoupení elektromobilů v dopravě by mělo za následek snížení produkce CO_2 . V roce 2020 bylo z celkového počtu aut (8,5 milionu) v České republice (dále ČR), registrováno 7109 čistě elektrických vozidel a 2726 plug-in hybridních vozidel, to činí pouze 0,084 % pro čistě elektrická vozidla a 0,116 % pro elektrická vozidla vč. plug-in hybridů.[2]

Nové elektromobily již dokáží konkurovat automobilům se spalovacími motory. Toho bylo dosaženo především díky vědeckým úspěchům v oblasti vývoje nových akumulátorů, které dosahují daleko vyšších kapacit v poměru ke své velikosti a hmotnosti, než tomu bývalo dříve. Zkracuje se doba potřebná k jejich dobíjení a zvyšuje se průměrná dojezdová vzdálenost, i když stále není dosaženo průměrné dojezdové vzdálenosti automobilů se spalovacími motory.

S opětovným rozmachem elektromobilů se rozšířili i debaty o jejich ekologičnosti. Existují mnohé studie, které vyhodnocují elektromobily jako méně ekologické než jejich spalovací protějšky. To je způsobeno chybnou metodikou výpočtu uhlíkové stopy, kde u automobilů se spalovacím motorem není zahrnuta výroba a distribuce paliv, která je u elektromobilů automaticky udávána výrobou elektrické energie. Tato energie v ČR je převážně vyráběna uhlími elektrárnami (58 %), z menší části jadernými (20 %) a obnovitelnými zdroji (17 %).[3] Ještě větší ekologičnosti elektromobilů by se docílilo zvýšením podílu obnovitelných zdrojů na produkci elektrické energie.

1 Historie elektromobilů

Historie elektromobilů sahá až do devatenáctého století, které je přezdívané jako "Století páry". Můžeme tedy tvrdit, že elektromobily jsou stejně staré, jako samotné parní lokomotivy.

1.1 Počátky elektromobilů

První elektromobily se vůbec nepodobaly dnešním automobilům. Jednalo se o malá tříkolová vozítka, navržená pro přepravu nákladu. Za průkopníka zrodu prvního elektricky poháněného vozítka je považován skotský vynálezce Robert Anderson, který v letech 1832–1839 (přesné záznamy nelze doložit) představil tříkolové vozítko, jenž využívalo nedobíjející se baterie. Dalšími průkopníky byli holandský profesor Sibrandus Stratingh a jeho německý asistent Christopher Becker, kteří v roce 1835 společně sestrojili elektrické vozítko o celkové hmotnosti 3 kg. Toto vozítko bylo možné zatížit nákladem až 1,5 kg a bylo schopné provozu po dobu patnácti minut. Stratingh věřil v budoucnost elektricky poháněných vozidel a byl přesvědčen o tom, že svými vlastnostmi předčí stávající parní stroje využívané v dopravě.[4]



Obr. 1.1: Stratinghovo elektrické vozítko.[6]

Revoluční převrat pak znamenalo představení prvního tříkolového vozidla francouzským vynálezcem Gustavem Trouve roku 1881 na Mezinárodní elektrické exhibici (International Exhibition of Electricity) v Paříži. Již o rok později sestrojili vlastní tříkolku irští profesori William Ayrton a John Perry. Stroj dosahoval maximální rychlosti 14 km/h a jeho dojezd činil 40 km. V roce 1885 si Carl Benz nechal patentovat první automobil, který byl poháněn spalovacím motorem.[7] Tím se stal konkurentem elektromobilů, které svými vlastnostmi předčily automobily se spalovacím motorem a zažívaly první chvíle slávy.[4]

Jedním z mnoha elektrických vozidel (nazývané jako kočáry bez koní), které bylo uvedeno v Americe do běžného provozu, se stal elektromobil Electrobat, a to 31. srpna roku 1894. Toto vozidlo bylo s výjimkou několika zimních měsíců provozováno prakticky celý rok v ulicích Philadelphie. Vozidlo s hmotností necelé dvě tuny (bez pasažérů), přičemž pouze baterie činily 725 kg, dosahovalo maximální rychlosti 24 km/h a mělo neuvěřitelný dojezd, a to 80 - 160 km, v závislosti na terénu a cestovní rychlosti. Elektrická vozidla se začala prosazovat svými nízkými provozními náklady oproti vozům taženými koňmi, které činily asi 1 \$ za den (pro rok 1896, dnes přibližně 31 \$).[5]



Obr. 1.2: Electrobat zkonstruovaný Henry G. Morrisem a Pedro G. Salomem.[8]

Vývoj se nezastavitelně hnal kupředu. Elektromobily zažívaly úspěch a začaly používat kola s pneumatikami, což mělo za následek zvýšení dojezdu a vyšší rychlost. Společně s vývojem se ve městech začal postupně zlepšovat stav pozemních komunikací. V neposlední řadě byla přidána možnost výměny baterie. Jednotlivé články byly nově uloženy do krabic, což zjednodušilo její výměnu. Nebylo tak nutno čekat na dobití a baterie se daly vyměnit za dobité do dvou minut. Výměna probíhala v tzv. dobíjecích stanicích, které zároveň sloužily mimo jiné i k inspekčním a profesionální údržbě vozidel. Vybudování stanic bylo velmi nákladné a jejich provoz byl z počátku nerentabilní. Z těchto důvodů byly postaveny jen ve velkých městech.[5]

Hlavní výhodou elektrických vozidel byla zejména jejich bezpečnost a zde bych si dovolil volně přeložit a následně citovat autora: „Vozidlo poháněné bateriemi je absolutně bezpečné, jak k životu, tak i k majetku. Můžeme to samé říci o benzínových vozidlech, která s sebou vláčejí 30 – 40 litrů benzínu?“.[5] Toto se odvolávalo na skutečnost, že benzín je hořlavý a citlivý na statickou elektřinu. Bylo nutné dbát na jeho bezpečné převážení a skladování. Mezi další výhody patřil i čistý provoz, úplně bez vytváření škodlivých zplodin, snadná ovladatelnost a řízení s možností okamžitého vypnutí a zapnutí, takže se při nečinnosti vozidla nespotřebovávala energie. V neposlední řadě se vozidlo pohybovalo potichu a bez větších vibrací. Nedochovalo k zahřívání motoru, který tak nemusel mít přídatné chlazení. Celkovými náklady na provoz, jednoduchostí výroby a údržby vycházel levněji než automobily se spalovacími motory.[5]

Svého největšího úspěchu začaly elektrické vozy dosahovat na přelomu 19. a 20. století, kdy byly používány mimo jiné jako elektrické taxi. Největší boom zaznamenaly v prosinci 1897 v New Yorku, který byl sužován sněhovými bouřemi a koňské povozy byly vyřazeny ze hry. Zvýšila se tak poptávka po elektrických vozidlech, a dokonce i společnosti s koňskými povozy na ně odkazovaly své zákazníky. Tehdy na plné čáře zvítězila elektrická taxi, která neúnavně pracovala až do brzkých ranních hodin. Úspěchu se vozidla dočkala i v Anglii, kde v Londýně fungovala nejen jako taxi, ale i jako záchranná vozidla. Výrobci byli přesvědčeni, že elektromobily jsou budoucností a doufali v rychlý vědecký pokrok v oblasti vývoje baterií.[4]



Obr. 1.3: Jeden z elektrických taxíků Waltera Berseyho.[9]

Elektrická vozidla byla vlastněna především velkými společnostmi nežli jedinci, nicméně pár se jich našlo. Dosahovali vyššího společenského postavení ve společnosti a využívali luxusnější typy vozidel, většinou dělané na míru. Protože pořizovací cena byla na dřívější poměry vysoká, tak se o vozidla zajímaly především královské rodiny a jejich okolí. Jednou z jedinců byla i tehdejší královna Anglie, Alexandra (1901), která si pochvalovala jednoduchost řízení a obsluhu elektromobilu. Mezi další patřila např. královna Španělska nebo princ Galitzin z Petrohradu.[4]

Nastává období největšího rozmachu využití elektromobilu. Tehdejší největší výrobci elektromobilů v Americe Henry G. Morris a Pedro G. Salom, založili společně s Isaacem L. Rice v roce 1897 firmu Electric Vehicle Company (dále EVC), která měla monopol na jejich výrobu. EVC se později stala členem Asociace licencovaných automobilových výrobců (dále ALAM), kde působil i George B. Selden. Ten, jako mechanik a právník, již na přelomu století viděl konkurenci ve spalovacích motorech, které by bylo možné použít k pohonu automobilů. Dne 5. listopadu roku 1895 si nechal patentovat zmenšení a použití spalovacího motoru ve vozidle. Tento patent sloužil jako trumfová karta proti všem společnostem, vyrábějící automobily se spalovacími motory, protože byly patentem donuceny platit Seldenovi poplatek za každý vyrobený automobil.[4]

V roce 1908 nastal zlom ve chvíli, kdy Henry Ford představil veřejnosti cenově dostupný automobil Ford Model T díky zavedení pásové výroby a zjednodušení konstrukce spalovacího motoru.[10]

V důsledku 1. světové války došlo k masivnímu rozšíření automobilů se spalovacími motory, které měly oproti elektromobilům výhodu většího dojezdu, rychlého a jednoduchého doplnění paliva (nebylo potřeba dobíjecích stanic). Tomu v té době nemohly elektromobily konkurovat. K masivnímu rozšíření automobilů se spalovacím motorem nakonec došlo i přes Seldenův patent a působení ALAMu, což záměrně zpomalovalo technologický rozvoj v oblasti automobilů se spalovacími motory, a tím jen oddalovalo nevyhnutelný konec elektromobilů, který nastal přelomem roku 1920.[4]

1.2 Elektromobil na území Československa - EMA 1

V období let 1969-1971 vznikal první elektromobil na území Československa ve spolupráci s Výzkumným ústavem elektrických strojů točivých (VÚES) v Brně. Jeho název je EMA a byl navržen jako městské vozítko s maximální rychlostí 50 km/h, výkonem 4 kW a dojezdem 30-50 km s rekuperací. Tento elektromobil sklídl velký úspěch na výstavě "Člověk a automobil" v roce 1970, kde i v některých ohledech předčil konkurenční britskou variantu Fordu Comuta. Bohužel však další vývoj elektromobilu u nás nebyl podporován a byl přemístěn do Bulharska.[11]



Obr. 1.4: Československý elektromobil EMA 1.[11]

1.3 Návrat k technologii elektromobilů

Opětovný rozmach elektromobilů pak nastal v devadesátých letech v Kalifornii jako jedna z reakcí na snižování emisí a dle mého názoru i jako určité opatření vůči ropné krizi (stálý problém s arabskými zeměmi, viz sedmdesátá léta), kdy docházelo k umělému zvyšování cen ropy.[12] Díky tomu dostala příležitost společnost General Motors (dále GM) se svým elektromobilem Impact, který byl využit jako prototyp na testování (50 aut), a ze kterého vycházel elektromobil EV1 první generace v roce 1996 navržený na každodenní použití. Všechny automobily byly zapůjčovány zákazníkům (formou "leasingu") a nebylo možné si je tedy odkoupit.[13]

První generace EV1 měla dojezd 89 km, 102 kW motor a využívala olověné akumulátory. U druhé generace došlo k odlehčení elektromobilu o 81 kg a využití nikl-metal hydridové baterie, a tak došlo k navyšení dojezdu na 169 km. Bohužel společnost GM neviděla v elektromobilech budoucnost a rozhodla se celý projekt i díky nízkým výdělům ukončit. Došlo ke svozu a sešrotování všech vozidel s výjimkou exemplářů do muzeí. Existují různé teorie, proč se společnost GM rozhodla pro tento krok (příkladem mohou být manipulace ropných společností, více o tom pojednává dokument "Kdo zabil elektromobil?").[14, 15, 16].



Obr. 1.5: Elektromobil společnosti General Motors - EV 1.[16]

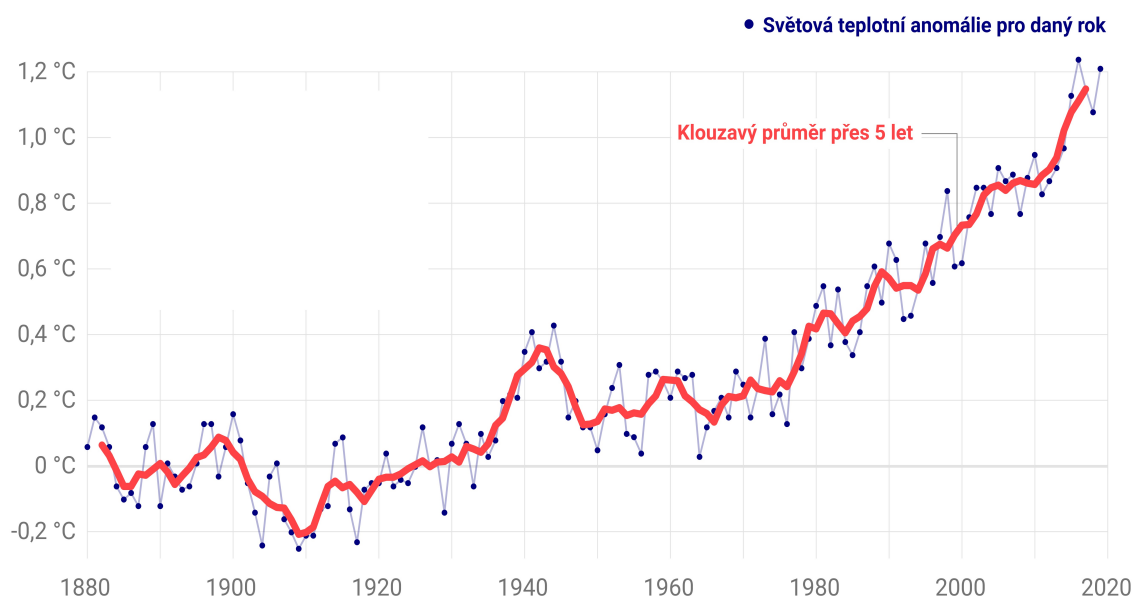
1.4 Elektromobily dnes

V roce 2008 byl na trh uveden elektromobil Tesla Roadster, který ve své době způsobil převrat v oblasti elektromobility a automobilka je považována za novodobého průkopníka v daném odvětví. Roadster dosahoval maximální rychlosti 200 km/h, zrychlení z 0 na 100 km/h do 4 sec a disponoval dojezdem přibližně 400 km na jedno nabití lithium-iontových baterií. I přes svoji vysokou prodejní cenu 2 854 055 Kč (převáděno z 109 000 \$ v. r. 2008) zaznamenal úspěch a automobilka Tesla odstartovala výrobu a dodnes patří k technologickým leaderům v oboru. Mimo jiné se dále podílí na výrobě "Superchargerů" (rychlodobíjecích stanic elektromobilů) a tzv. "Powerwallů", což jsou domácí nabíjecí stanice s baterií.[17, 18]

2 Uhlíková stopa

Uhlíková stopa je ekologický ukazatel vyjadřující zastoupení sumy všech skleníkových plynů vyjádřený jako ekvivalent CO_2 . Tyto plyny se uvolňují do atmosféry při výrobě, využití a likvidaci (recyklaci) různých produktů a služeb. Udává a vyjadřuje se v jednotkách gramů CO_2 , jenž je majoritním skleníkovým plynem. Dalšími plyny jsou například metan, oxid dusný nebo fluorované plyny.[19]

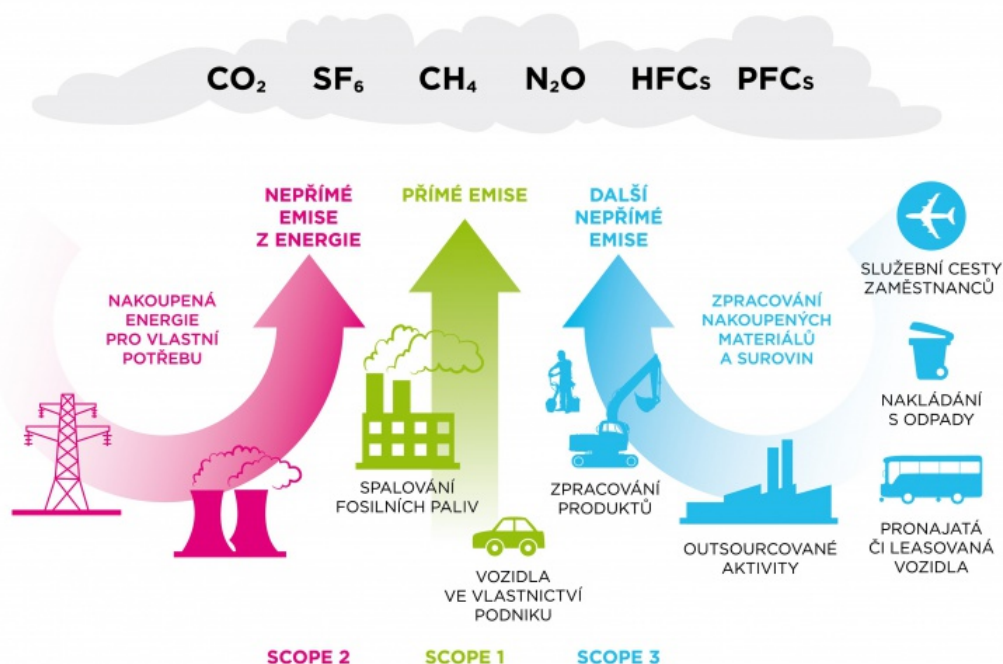
Největší vliv na globální změnu klimatu mají právě skleníkové plyny, které zůstávají nadále v atmosféře a způsobují tzv. skleníkový efekt. Skleníkové plyny v atmosféře absorbují energii a vyzařují část této energie zpět k povrchu Země, což vede k jejímu oteplování. Nejvíce odpovědným plynem je CO_2 , který se podílí 63 % na celkovém globálním oteplování způsobeném člověkem. Dalšími viníky jsou metan (19 %) a oxid dusný (6 %). V současnosti je průměrná globální teplota o 1,2 °C vyšší, než byla ke konci 19. století.[20]



Obr. 2.1: Vývoj světové teplotní anomálie.[20]

Je vědecky dokázáno, že uhlíková stopa je zanechávána především aktivitou lidí, tudíž může být ovlivněna úplně každým jednotlivým jedincem v závislosti na jeho chování a návycích. Hlavní úlohou jedinců je podpora ekologie šetřením se surovinami, energií a k její výrobě maximálně využívat obnovitelných zdrojů. V neposlední řadě se v současné době rozmohla recyklace odpadů, která představuje opětovné zpracování již použitého materiálu, a tím omezuje další možnou vzniklou stopu CO_2 . [21]

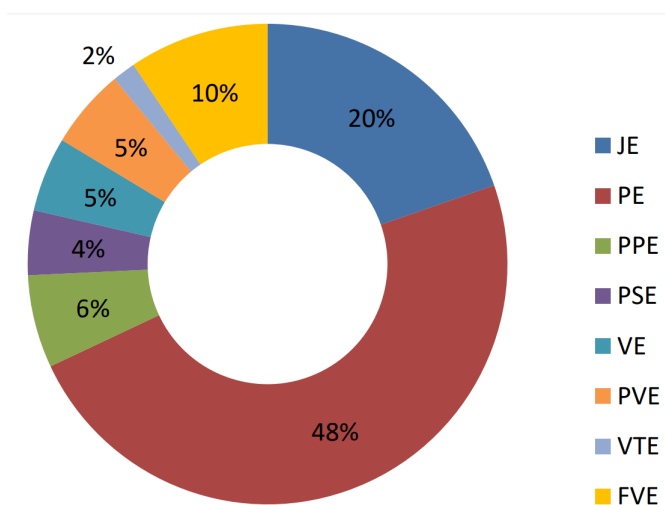
Pro stanovení uhlíkové stopy využíváme rozdělení emisí podle původu. Dělíme je tak na přímé (aktivní) emise, nepřímé (pasivní) emise z energií a další nepřímé emise. Přímé emise zahrnují aktivity, při nichž jsou uvolňovány emise přímo do ovzduší a které zároveň spadají pod daný podnik (zde uveden jako příklad pro dělení) a jsou jím kontrolovány. Nepřímé emise z energie souvisí se spotřebou nakoupené energie (elektrina, teplo, chlazení) a emise tak nevznikají přímo v podniku, které podnik kontroluje. Jako poslední jsou další nepřímé emise spojené s následkem aktivit podniku a vznikají ze zdrojů mimo kontrolu či vlastnictví podniku, ale nejsou klasifikovány jako emise z energie. Podniky využívají protokolu GHG (z anglického Greenhouse Gas - skleníkový plyn) k podání standardizovaného reportu nepřímých emisí z energie (Scope 2 viz obr. č. 2.2) a přímých emisí (Scope 1 viz obr. č. 2.2). Podání reportu o dalších nepřímých emisích (Scope 3 viz obr. 2.2) není povinné.[22]



Obr. 2.2: Rozdělení emisí pro podnikovou výrobu dle GHG protokolu.[22]

I když můžeme počítat uhlíkovou stopu prakticky z každé činnosti člověka či stroje, právě doprava je faktorem, který znečišťuje životní prostředí nejvíce. Emise CO₂ dominují ve velkých městech s vysokou hustotou dopravy, a to kvůli zplodinám ze spalovacích motorů. Nabízí se zde řešení zavedením vozidel na elektrický pohon, která mají nulové aktivní emise CO₂ a při užívání vozidla se už aktivně emise nevytvářejí (mimo emise zanechané otěrem pneumatik a využíváním brzd,

které jsou přítomny u všech vozidel). Emise z provozu elektromobilu lze hodnotit pouze pasivně skrze dodávky elektrické energie do akumulátorů, jak na dobíjecích stanicích, tak i doma ze sítě. Tyto emise jsou tvořeny zastoupením všech elektráren dodávající onu elektrickou energii, kde největší část v případě ČR tvoří uhelné elektrárny (viz obr. 2.3). Dalšími jsou jaderné a vodní elektrárny spolu s obnovitelnými zdroji. Avšak ty tvoří dohromady jen 37 % celkově vyrobené energie. Řešení ekologie elektromobilu se tak nabízí hlavně v energetickém průmyslu, kde by nahrazení či omezení uhelných elektráren obnovitelnými zdroji, jadernými nebo vodními elektrárnami bylo velkým krokem vpřed v oblasti regulování CO₂. Fakt, že energetický mix ČR je více než z poloviny tvořen elektrárnami využívající fosilních paliv, nepříznivě ovlivňuje výslednou ekologičnost elektromobilu.[3]

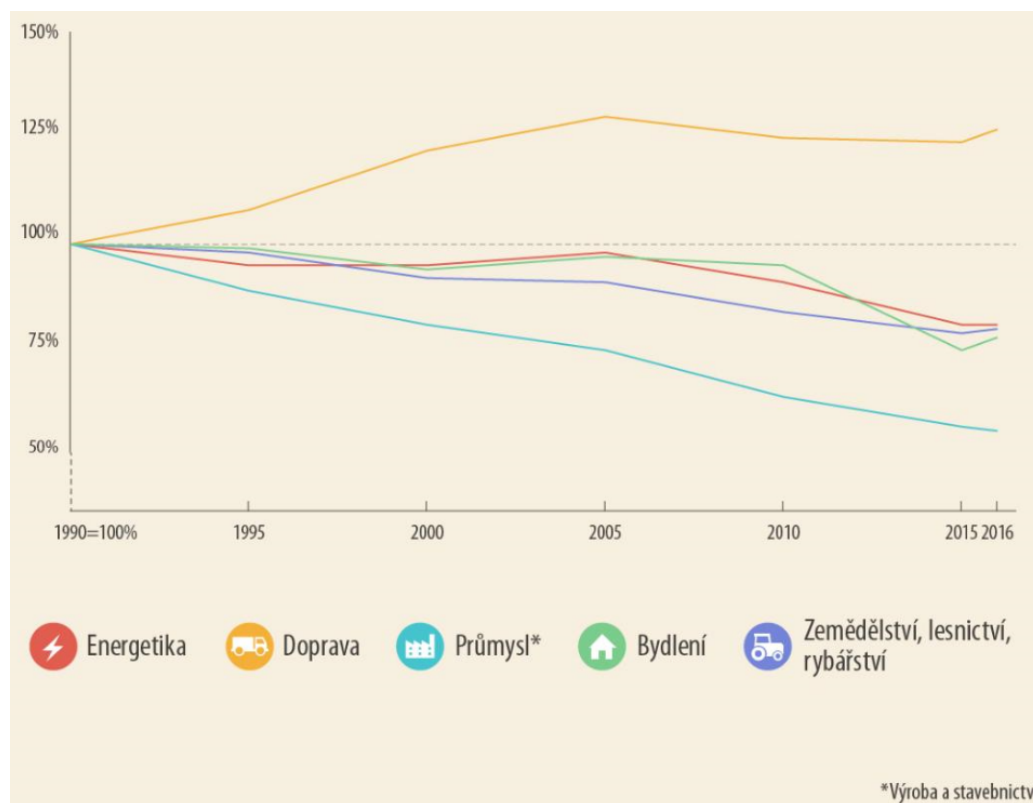


Obr. 2.3: Podíl instalovaného výkonu v energetické soustavě ČR.[3]

Dalšími průkopníky v ekologii dopravy jsou vodíkové automobily, využívající reakce vodíku s kyslíkem v palivovém článku. Použitím vodíku v palivových článcích, vzniká elektrická energie společně s čistou vodou a vozidlo tak má nulové přímé emise, jak je tomu u elektromobilu. Další výhodou je možnost tankování vodíku přímo do nádrže (rychlé natankování), a tak zde odpadá jedna z hlavních nevýhod elektromobilů – poměrně dlouhá doba nabíjení baterii. Ale hlavní nevýhodou vodíkových automobilů je samotná dostupnost paliva, vodíku. Vodík jako palivo momentálně není ekonomicky výhodný, jeho výroba je příliš nákladná, a to i jeho technologie přepravy a skladování – do nádrží se čerpá v kapalném stavu a teplotě - 253 °C. To ovlivňuje dostupnost pro širší využití, jako jsou automobily.[23]

3 Ekologie vozidel

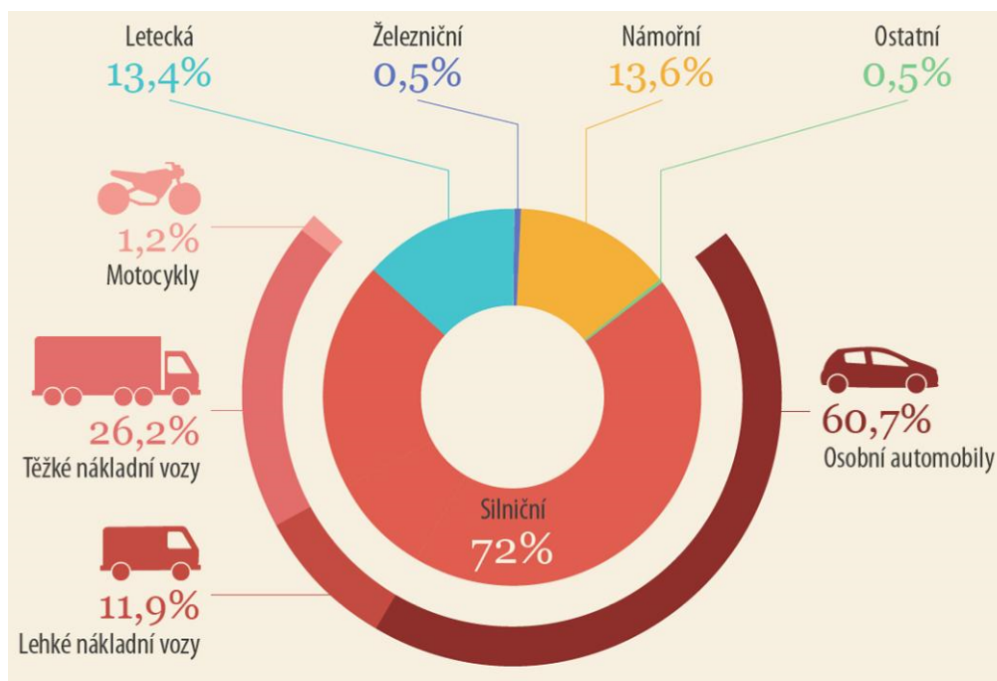
Evropská unie (dále EU) prosazuje snižování emisí v různých odvětvích, např. v energetice, průmyslu, bydlení a v neposlední řadě v dopravě. Právě doprava se dostává stále více do popředí zájmu z důvodu postupně narůstajícího trendu zvyšování emisí, které se nedaří i přes stále přísnější emisní limity snížit (viz obr. č. 3.1).[1]



Obr. 3.1: Vývoj emisí CO₂ v jednotlivých odvětvích.[1]

Emise v dopravě se dělí na silniční (72 %), námořní (13,6 %), letecké (13,4 %), železniční (0,5 %) a ostatní. (viz obr. č. 3.2). V této práci se zabývám silniční dopravou, konkrétně tedy emisemi osobních automobilů, které mají díky svému zastoupení největší podíl na emisích v dopravě. Ekologii vozidel můžeme rozdělit na tři hlavní části, jako jsou výroba, provoz a likvidace. Avšak tyto části budou silně individuální v závislosti na zemi, kde bude proces prováděn. Hlavním důvodem je odlišný energetický mix, neboli způsob získávání energie a pracovní proces, odlišující se geografickým rozložením nebo různým technologickým procesem v závislosti na infrastruktuře konkrétního výrobního závodu. Automobily provozované v zemích EU musí od samotné výroby splňovat normy, pro EU je to norma nazvaná "EURO", která klade na výrobce s postupem doby stále vyšší a vyšší nároky na redukci vypouštěných emisí. Tyto kroky vedou ke splnění závazku EU o "Uhlíkové neutralitě",

kde se EU zavazuje ke snížení emisí o 60% do roku 2030 ve srovnání s rokem 1990. Výsledkem závazku je rovnováha mezi vypouštěnými emisemi a jejich pohlcováním z atmosféry "uhlíkovými úložišti", jako jsou oceány, lesy a půda.[1, 24]



Obr. 3.2: Zastoupení emisí CO₂ podle druhu dopravy.[1]

3.1 Emisní normy

Výrobci automobilů musí v EU splňovat emisní normy, stanovující limitní hodnoty emisí výfukových plynů benzínových a naftových motorů pro motorová vozidla udávané v jednotkách g/km. Tyto evropské normy se nezabývají přímo emisemi CO₂, ale udávají limity pro pevné částice (PM) a jiné skleníkové plyny, jako např. oxid uhelnatý (CO), uhlovodíky (HC), oxidy dusíku (NO_x). První emisní normy byly zavedeny v Kalifornii a na to odpověděla Evropa ustanovením svých vlastních norem. Roku 1992 vstoupila v Evropě v platnost závazná norma s názvem „EURO 1“. V průběhu dalších let se normy stále více zpříšňovaly, poslední byla vydána v roce 2014 - EURO 6. Norma byla upravena a zpříšněna v roce 2018 na EURO 6.2 nebo také 6c. S touto aktuální a chystanou nadcházející normou EURO 7 přichází snížení emisí CO₂ a užití pokročilejších testů spotřeby a emisí, jako je Worldwide harmonized Light Vehicle Test Procedure (dále WLTP) a Real Driving Emissions (dále RDE).[25, 26, 27]

Tab. 3.1: Požadavky jednotlivých EURO norem pro benzínové motory.[26]

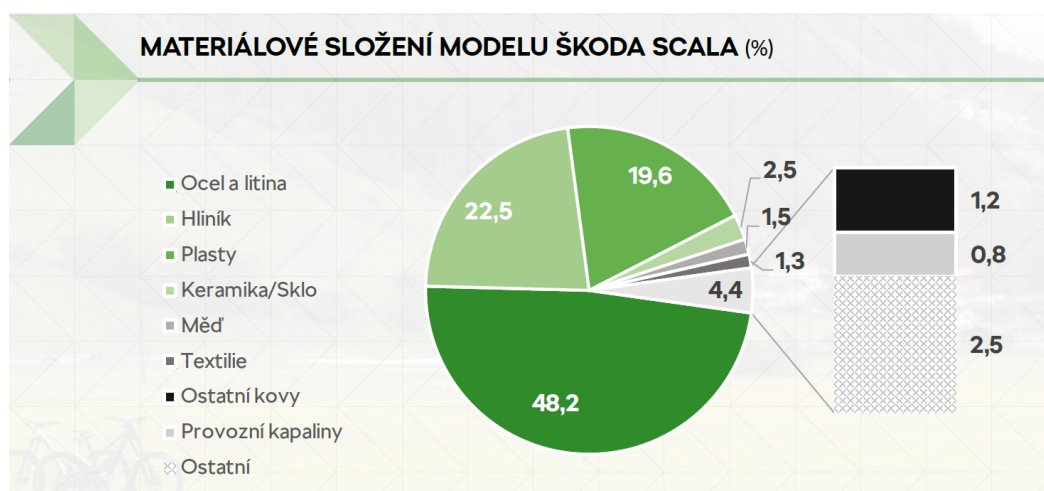
Rok	Norma	CO [g/km]	NOx [g/km]	HC [g/km]	HC + NOx [g/km]
1992	I	3,16	-	-	1,13
1996	II	2,20	-	-	0,50
2000	III	2,30	0,15	0,20	-
2005	IV	1,00	0,08	0,10	-
2009	V	1,00	0,06	0,10	-
2014	VI	1,00	0,06	0,10	-

Tab. 3.2: Požadavky jednotlivých EURO norem pro naftové motory.[26]

Rok	Norma	CO [g/km]	NOx [g/km]	PČ [g/km]	HC + NOx [g/km]
1992	I	3,16	-	0,180	1,13
1996	II	1,00	-	0,080	0,70
2000	III	0,64	0,50	0,050	0,56
2005	IV	0,50	0,25	0,025	0,30
2009	V	0,50	0,18	0,005	0,23
2014	VI	0,50	0,08	0,005	0,17

3.2 Výroba vozidel

Pokud bychom chtěli zacházet do detailů, tak výroba vozidla počíná již těžbou materiálů, jejich dopravou a následným zpracováním. Dále zpracovaný materiál podstupuje technologické kroky až k výrobě finálních dílů, jako jsou poháněcí či brzdová soustava, karoserie, podvozek, příslušenství (výbava) a interiér. U všech výrobních činností je nutné uvažovat zároveň i spotřebovanou energii v závislosti na individuálních možnostech výrobce, např. kdy výrobce sám investuje do obnovitelných zdrojů pro odlehčení emisní stopy, která je daná kupovaným energetickým mixem. Výroba elektromobilů je ve srovnání s ostatními vozidly energeticky náročnější. Vnímá se fakt, že se zde hlavně liší elektrickým motorem, který je na výrobu i údržbu jedno-dušší než spalovací a baterií, která oproti tomu spotřebuje velké množství energie a těžkých kovů (např. kobaltu) na její výrobu, a tak reprezentuje přibližně 30 - 45 % všech vzniklých emisí při výrobě celého elektromobilu.[28]



Obr. 3.3: Příklad materiálového složení vozidla (model Škoda Scala).[29]

3.3 Provoz vozidel

Při provozu vozidel dochází ke tvorbě aktivních a pasivních emisí. Společnými aktivními lokálními emisemi pro všechny typy vozidel pozemní dopravy jsou pneumatiky a brzdy. Pneumatiky zanechávají emise svým otěrem o vozovku a brzdy při brzdění, které má za následek opotřebování brzdové destičky o brzdový kotouč, a uvolňují se tak částice brzd do okolí. To ale úplně neplatí pro elektromobil, který je schopen díky své funkci nastavitelného rekuperačního brzdění šetřit brzdy a navíc i z části obnovené energie dobíjet baterii vozidla.[30]

Elektrické vozidlo se od konvenčního vozidla odlišuje téměř nulovými aktivními emisemi, a to zejména tím, že elektrické vozidlo žádné aktivní emise (mimo brzdy a pneumatiky) neprodukuje. Naproti tomu u automobilů se spalovacími motory jsou tyto emise dominantní.

U pasivních emisí je situace pro elektromobily opačná. Pasivní emise elektromobilů tvoří převážně elektrárny, elektrická energie, která je stanovena energetickým mixem, zahrnující jak energii z obnovitelných zdrojů, jaderné nebo vodní elektrárny, tak i energii produkovanou elektrárnami uhelnými. Hnědouchelné elektrárny mají nejvyšší emise CO_2 v ČR a to až 1700 t/GWh, a tak negativně ovlivňují výsledné emise elektromobilů.[31] Následkem regulací EU se v blízké době bude snižovat podíl energie získané z uhelných elektráren, což do budoucna bude znamenat snižování pasivních emisí elektromobilů.[1]

Do pasivních emisí spalovacího automobilu je zahrnuta nutnost pravidelné údržby, např. doplnění nebo výměna provozních kapalin (např. motorového oleje). K těmto pasivním emisím je nutno připočítat i emise vzniklé při výrobě a distribuci paliva.

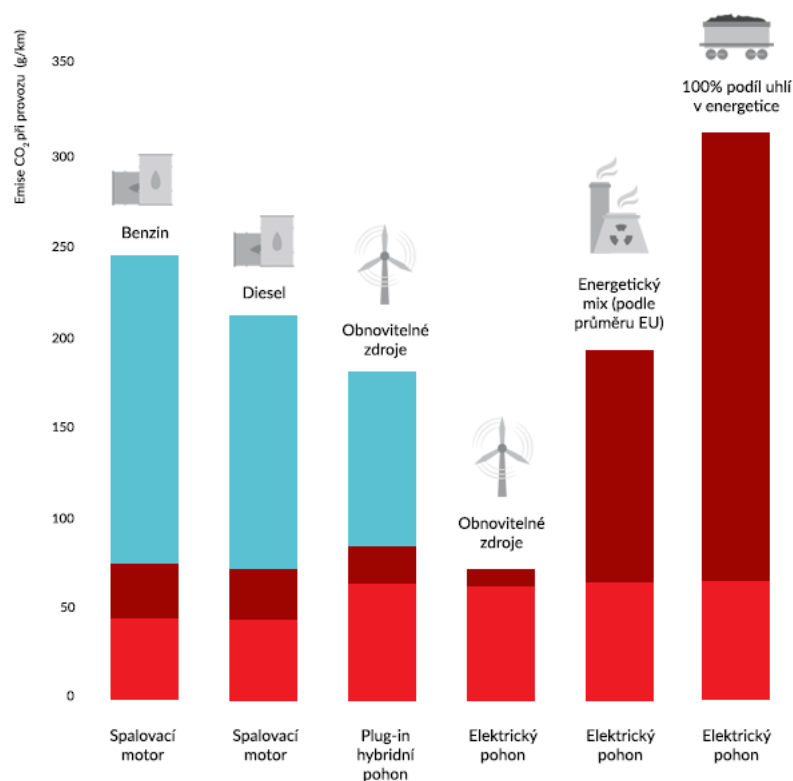
3.4 Likvidace vozidel

Prvním krokem likvidace vozidel je zbavení vozidla nebezpečného odpadu – provozních kapalin, pneumatik a akumulátoru. Následuje demontáž dílů s obsahem cenných kovů, jako např. alternátoru, startéru, světel a katalyzátoru. Finálním krokem je sešrotování vozidla a jeho přetavení.[32]

Dle požadavků EU musí recyklační procesy splnit limity pro vozidlo, kde je nutné, aby se nejméně 85% hmotnosti vozidla opětovně dala využít.[33] Pro lithiové baterie je požadovaná recyklační účinnost alespoň 50 % hmotnosti použitých baterií a akumulátorů.[34]

U elektromobilu má vysoký potenciál recyklace použitých materiálů, kde výrobce s recyklací počítá už při výrobě vozidla a zvyšuje tak efektivitu zároveň se snížením odpadu. Při recyklaci se ušetří náklady a emise spojené s těžbou materiálu. Jelikož elektrická vozidla nejsou užívána delší dobu (záruka životnosti baterie garantuje 8 let nebo 240 000 km), tak stále chybějí data o životnosti a poklesu kapacity baterie. Baterie elektromobilů se navrhují na převýšení doby života automobilu, tzn. že jejich kapacita se při likvidaci vozidla bude pohybovat okolo 80 % původní kapacity. Proto se nabízejí možnosti využití těchto baterií v systémech úložišť energie, a tak použité baterie místo recyklace přímo využít i v domácnostech např. jako úložiště energie ze solárních panelů.[35]

Množství vypuštěných emisí CO₂ za životní cyklus automobilu podle zdroje paliv



- Výroba a likvidace vozidla
- Produkce paliva
- Emise CO₂

Poznámka: Hodnoty se vztahují k průměrnému vozidlu střední třídy a jsou kalkulovány k nájezdu 220 000 km.

Zdroj: TNO, 2015; kalkulace autora

Obr. 3.4: Uhlíková stopa vozidel v závislosti na jejich pohonu pro rok 2015.[28]

4 Analýza celkových emisí

Během rešerše problematiky ekologičnosti vozidla bylo v rámci pátrání po relevantních zdrojích přečteno množství publikací, ve kterých bylo zjištěno několik nepřesných informací. Z větší části se jednalo o vyzdvižení jen určité části studie, kdy její autor tak poukazuje na problém jen z jednoho pohledu a zbývajícím aspektům studie se již nevěnuje. To negativně zkresluje výsledek zmíněný ve studii, jakožto i v možný relevantní zdroj a celkový výsledek uvádí zcela odlišný, než uvádí autor studie.

4.1 Bezemisní provoz

Jednu z těchto nepřesností můžeme registrovat např. u článku "Dieselová auta jsou ekologičtější než elektromobily, tvrdí nová studie"[36], kde autor uvádí: "Tedy že až po 10 letech čistého bezemisního provozu se kompenzují vysoké emise vypouštěné při výrobě daného auta s elektrickým pohonem." Dle mého názoru je zavádějící, že autor zmiňuje bezemisní provoz, protože ve studii se neuvažuje o bezemisním provozu, nýbrž o provozu navázaném na německý energetický mix, kde je větší podíl uhelných elektráren. A navíc je s tímto mixem počítána celá výroba vozidla, tzn. včetně baterií. Jednalo se o studii se zaměřením právě na země s vysokým podílem elektráren na fosilní paliva (např. Německo, Polsko, Čína apod.). Je ale zajímavé, že zmíněnou studii žádný z článků přímo necituje, jen odkazuje na společnost Berylls. Zde však danou studii nelze dohledat, a proto usuzuji, že je neveřejná, a tak se dle mého názoru nejedná o spolehlivý zdroj informací.[36]

4.2 Politika studií

Dokonce zde nastal případ u studie, která se dopustila chyby výpočtu - Institut ekonomického výzkumu v Mnichově (IFO). Samotná studie podporovala spalovací vozidla, do přední příčky usadila dieselové automobily. Avšak u těchto automobilů neuváděla pasivní emise, tudíž emise z těžby, dopravy nafty a údržby vozidla. Dále používala zastaralých údajů k analýze elektrických vozidel, jako u vypuštěných emisí dle energetického mixu. Studie se zaměřovala převážně na baterii, které zvyšovala emise (použitím dat neodpovídající skutečnosti) a razantně snížila životnost (baterii by podle studie bylo třeba měnit, kdežto od výrobce je designovaná na celou dobu životnosti vozidla a nepočítá se s její výměnou). Všemi zmíněnými problémy se studií se zabývaly instituty (UCS - Union of Concerned Scientists, ICCT - The International Council on Clean Transportation apod.), co se dlouhodobě ekologií vozidel věnují a došli k vyvrácení této studie.[37, 38, 39]

5 Metodiky výpočtu

Při průzkumu a získávání dostupných materiálů bylo navrženo několik metodik zabývajících se emisemi automobilů se spalovacími motory a elektromobilů. Metodiky byly rozděleny podle obsažených parametrů, které jsou zahrnuty do výpočtu výsledných emisí. Mezi hlavní patří emise z výroby, provozu a likvidace. Zároveň se tyto hlavní parametry emisí dělí na jednotlivé složky či úkony (např. zpracování materiálu, spalování paliva, využití energií atd.).

5.1 Metodika č. 1

Metodika zahrnující emise výroby automobilu, jeho provozu a konečné likvidace vč. procesu recyklace. Do výpočtu není zahrnut pohled na pasivní emise, které vyplývají z výroby paliva a jeho distribuce. Už při stanovení této metodiky můžeme vidět výsledek, že elektromobil bude mít emisní náskok díky nezahrnutí pasivních emisí a bude se výsledně při provozu jevit jako neporovnatelně ekologicky výhodnější.

5.2 Metodika č. 2

Daná metodika je navíc k metodice č. 1 doplněna o výrobu a distribuci paliva. Zde je výsledek velice individuální pro každý stát díky energetickému mixu a dopravě fosilních paliv do čerpacích stanic pohonných hmot. Do metodiky není zahrnuta výstavba energetické distribuční sítě, dobíjecích stanic a ani výstavba čerpacích stanic pohonných hmot, skladů a produktovodů (potrubí pro distribuci pohonných hmot).

5.3 Metodika č. 3

V této metodice jsou uvedeny informace o emisích vzniklých při údržbě vozidla. Očekávaným vítězem se stanou elektromobily, neboť nevyžadují prakticky žádnou údržbu oproti automobilům se spalovacími motory.

6 Vztahy pro výpočet

V této kapitole byly definovány vztahy pro výpočet emisí během doby životnosti automobilu, která začíná při výrobě (těžba materiálů, konstrukcí), pokračuje v provozu (spalováním či spotřebou elektrické energie) a končí likvidací se snahou dovršení největší možné míry recyklace samotného automobilu se spalovacím motorem nebo elektromobilu. Vztahy jsou uvedeny v závislosti na předem stanovených metodikách výpočtu a dostupných informacích.

6.1 Emise z výroby

Do emisí vzniklých výrobou automobilu či elektromobilu zahrnujeme už počáteční stav při návrhu výroby, těžby materiálů a jeho zpracování, popř. dopravy. Výpočet se dále skládá z emisí vzniklými úpravou či montáží materiálů pro dovršení výsledné konstrukce při sestavování v automobilce. Průměrné emise z úkonů v automobilech činí přibližně 1,355 t CO_{2eq} (data z r. 2016) na vozidlo, dle ŠKODA AUTO a.s. 0,429 t CO_{2eq} (data z roku 2018).[40, 29] Celkové emise na výrobu vozidel dle Environmental Research představují pro automobil se spalovacím motorem 3,9 kg CO_{2eq}/kg (vztaženo k hmotnosti automobilu) a pro elektromobil (s baterií) 6,3 kg CO_{2eq}/kg.[41] Vzhledem k zanedbatelnému rozdílu u emisí pro automobil se spalovacím motorem a pro elektromobil, bude uvažována společná hodnota 3,9 kg CO_{2eq}/kg na obě varianty.[41] Pro kontrolu faktu uvádí Transport & Environment emise 4 t CO_{2eq} na automobil obecně (bez rozlišení), z dat francouzské studie podané "Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie".[42, 43]

Jak již bylo dříve řečeno, tak hlavními odlišnostmi spalovacích a elektrických vozidel jsou hnací soustava, převodovka a baterie. Právě baterie je ze zmíněných parametrů nejdůležitější, protože tvoří přibližně 30 - 45 % celkových emisí z výroby elektromobilu. Výroba baterií vyprodukuje průměrně 50 kg CO_{2eq}/kWh (vztaženo na kapacitu baterie), což poukazuje na fakt, že produkce baterie společností Tesla ve Spojených Státech Amerických (dále USA) je dotována z hlavní části energií ze solárních panelů.[44, 35] Opět studie uvádějí určité rozmezí hodnot 48 - 216 kg CO_{2eq}/kWh, a to jen poukazuje na to, jak moc jsou emise ovlivněné použitým energetickým mixem.[44]

Emise z výroby by tedy odpovídaly zjednodušenému vztahu č. 6.1, který pro představení emisí z baterie dále upravíme na vztah č. 6.2:

$$E_{\text{vyroba}} = (E_{\text{konstrukce}} + E_{\text{motor}} + E_{\text{prevodovka}}) + E_{\text{baterie}} \quad (6.1)$$

$$E_{\text{vyroba}} = E_{\text{automobil}} + E_{\text{baterie}} \quad (6.2)$$

6.2 Emise z provozu

Emise vzniklé z provozu lze dělit na aktivní a pasivní, kdy aktivní jsou emise ze spalování paliva v automobilu a pasivní z těžby, zpracování (výroby) a dopravy. Emise z těžby materiálů a jejich dopravy před zpracováním nejsou zahrnuty ve výpočtu. Emise způsobené otěrem pneumatik a brzděním (zanecháním prachových částic) také nejsou uvedeny ve výpočtu, protože ve velké míře by došlo k vzájemnému odečtení těchto emisí, ačkoliv tímto krokem došlo k potlačení výhody elektromobilu s funkcí rekuperace.

Aktivní emise automobilu se spalovacím motorem tvoří samotné spalování pohonné hmoty (dále PHM), pro benzín vzniká 2,29 kg CO₂/l a pro naftu 2,66 kg CO₂/l.[46] Pasivní emise představuje těžba, výroba PHM a jejich distribuce. Výroba PHM se svou energetickou náročností pohybuje přibližně 6 kWh na jeden galón v přepočtu 1,585 kWh na litr, emise jsou následně uvedené v závislosti na energii dané energetickým mixem ČR (431 g CO_{2e}/kWh).[47, 48] Doprava PHM v ČR je závislá na geografické poloze a vzdálenosti od skladu PHM, s využitím produktodů na přepravu paliva. Z dat společnosti Čepro, a.s. je roční spotřeba 32,3 GWh (viz příloha A) na distribuci 3,303 mil. litrů PHM, opět vztažena k energetickému mixu.[49] Energetický mix ČR stanovený European Environment Agency udává hodnotu 431 g CO_{2e}/kWh, ačkoliv podle okamžitého zobrazení produkováných emisí dle electricityMap se ČR pohybuje v rozmezí 300 - 404 g CO_{2e}/kWh v závislosti na aktuálním vytížení elektráren.[48, 50]

U elektromobilů dominují pasivní emise, kde je nutné určit spotřebu elektrické energie. Tato spotřeba je následně navýšena o 15 %, kvůli ztrátám při nabíjení, a následně uvedena v závislosti na daném energetickém mixu ČR (431 g CO₂/kWh).[52, 53]

Základní rozdělení je uvedeno v rovnici 6.3:

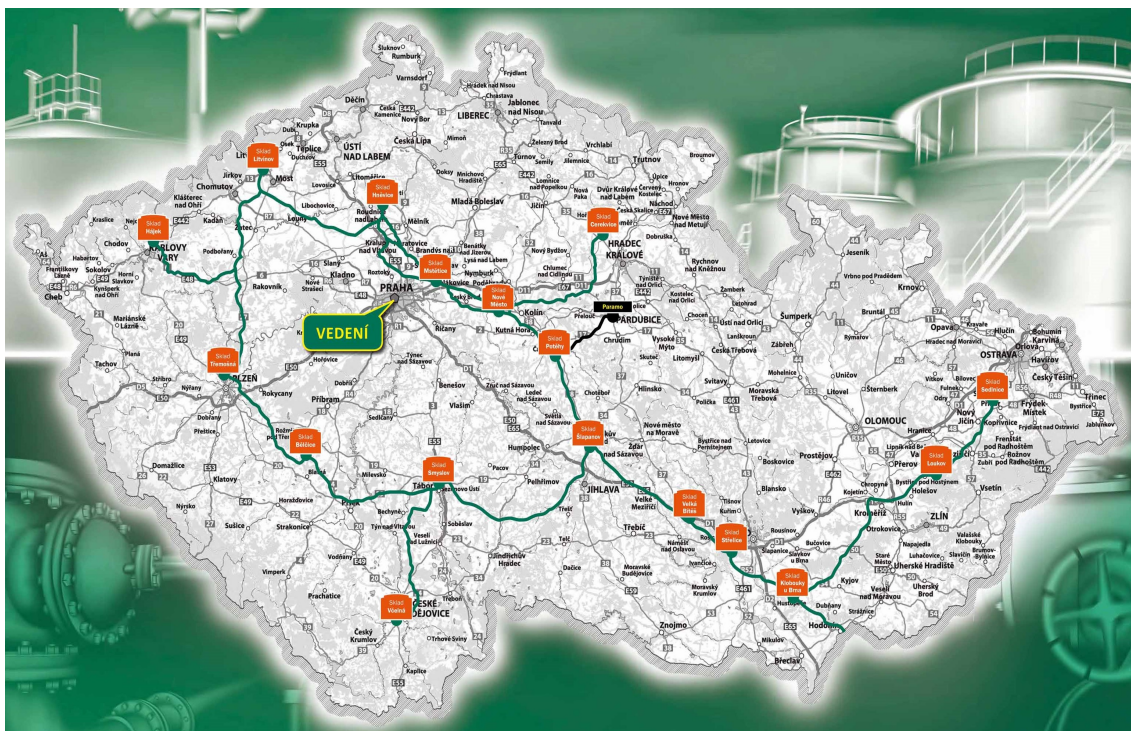
$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{aktivni}} + E_{\text{pasivni}} \quad (6.3)$$

Pro spalovací automobily platí vztah 6.4:

$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{spalovani}} + E_{\text{tezba}} + E_{\text{vyroba}} + E_{\text{doprava}} \quad (6.4)$$

Pro elektromobil platí vztah 6.5:

$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{tezba}} + E_{\text{nabiti_baterie}} + E_{\text{ztraty_nabijenim}} \quad (6.5)$$



Obr. 6.1: Mapa produktovodů a skladů PHM ČEPRO, a.s.[51]

6.3 Emise z likvidace

Emise vzniklé z likvidace jsou uvedeny v průměru 1 t CO_{2eq} na automobil obecně.[42, 43] Pro elektromobily je navíc řešena recyklace či další použití baterie (tzv. "Second-life"). Pro recyklaci je průměrně uvedeno 15 kg CO_{2eq}/kWh.[54] Proces recyklace se stále zdokonaluje, bylo docíleno 90 % obnovy lithia (z původních 70 %), u kobaltu a niklu bylo docíleno 98 % z 95 %. S rozmachem elektromobilů, a tím i omezením zdrojů materiálů pro výrobu baterií, budou na tento proces kladeny ještě vyšší nároky, než je tomu dnes.[55]

Emise z výroby by tedy odpovídaly vztahu č. 6.6, který pro představení emisí z baterie dále upravíme na vztah č. 6.7:

$$E_{\text{likvidace}} = (E_{\text{energie}} + E_{\text{motor}} + E_{\text{prevodovka}} + E_{\text{kapaliny}} + E_{\text{materialy}}) + E_{\text{baterie}} \quad (6.6)$$

$$E_{\text{likvidace}} = E_{\text{automobil}} + E_{\text{baterie}} \quad (6.7)$$

7 Výběr vozidel a jejich porovnání

K porovnání byla zvolena vozidla, která se momentálně nachází na pomyslném vrcholu své třídy. Elektromobily bude zastupovat Tesla Model 3 Performance 4x4 a automobily se spalovacími motory, Škoda Superb (benzínová varianta – 2,0 TSI 200 kW 4x4 a dieselová varianta – 2,0 TDI 147 kW 4x4) v plné výbavě.



Obr. 7.1: Vizuální představení - Tesla Model 3.[58]



Obr. 7.2: Vizuální představení - Škoda Superb.[59]

7.1 Náhled do výroby společností

Při porovnání výrobních možností lze teoreticky zanedbat dopravu, těžbu a věci s ní spojené, protože uvažujeme, že se ten samý proces bude provádět u obou společností. Odlišnosti nastávají převážně v množství spotřebované energie při výrobě či montáži vozidel a její zanechané emise.

Když uvážíme Škodu Auto a.s. jako výrobce aut, tak dle "Zprávy o udržitelném rozvoji 2017/2018" se na jeden vyrobený vůz spotřebuje v průměru 1,39 MWh elektrické energie. Dle českého energetického mixu (hnědé uhlí, zemní plyn, obnovitelné zdroje a biomasa) se zároveň celkovou výrobou v průměru na vozidlo vyprodukuje 429 kg CO₂. Ročně se vyrobilo 902 467 vozů. Například v Indii se snaží o čistější výrobu automobilů a k tomu využívají solární elektrárnu, která pokryje až 30 % tamější výrobní energie. Navíc je zde možné sledovat, jak energetický mix zemí může výrazně ovlivnit výsledné emise z výroby. Škoda dále do budoucnosti plánuje užití fotovoltaických elektráren i na ostatních výrobních linkách, kde by se mohly umístit na střechy budov, a tak rozumně nakládat s volnou dostupnou plochou.[29]

Naproti tomu Tesla se zahrnutím i jejího SolarCity v roce 2019 dle "Impact report 2019" vyrobila více jak trojnásobek množství čisté solární energie, než celkově při výrobě spotřebovala (navíc spotřebovala fosilní paliva, která nemůžeme přímo odečíst díky čisté energii), a tak slouží jako zdroj energie pro ostatní účely. Lze tedy teoreticky uvažovat o záporných pasivních emisích z energie spotřebované při výrobě vozidla. Dle studií lze emise z výroby vozu porovnat s emisemi vozidel se spalovacími motory. I se započtením baterie jsou tyto emise přibližně jen o 15 % vyšší. Existují již plány s budoucí recyklací vozidel, kde by Tesla využila dostupných zdrojů a mohla by tak omezit těžbu nových surovin. Došlo by tím k omezení nároků na dopravu a hlavně těžbu s následnou úpravou surovin. Nakonec to vše závisí na pokročilosti recyklačního procesu, aby došlo k co nejmenšímu vzniku odpadu.[35, 60]

7.2 Porovnání vozidel

Všechna porovnávaná vozidla dosahují podobných vlastností, a to max. rychlosti, jsou víceméně rozměrově shodné a jejich hmotnost se výrazně neliší. Hlavní odlišností vozidel je velikost úložného prostoru, výkon, kde Tesla Model 3 disponuje vyšším výkonem (353 kW) a palivo, kde Tesla je provozována na elektřinu. V neposlední řadě se odlišují cenou. Zmíněné vozy se spalovacími motory koupíme přibližně o třetinu levněji než elektromobil, a to je výrazný činitel v rozhodování při koupi nového vozu. Běžný uživatel hledí hlavně na výkonové parametry, spotřebu a celkový design vozidla. To se v budoucnosti může změnit s rozšířením emisních zón ve městech, což by mělo za následek omezení vjezdu vozidel se spalovacími motory nesplňujících

emisní limity. Zde bude Tesla zaujímat výhodnější postavení díky nulovým aktivním emisím při provozu vozidla. Když se budeme zajímat o emise celkové, musíme zahrnout i pasivní emise (z výroby vozidla i paliva a jeho distribuce). To i při zahrnutí energetického mixu ČR Tesla stále vychází emisně lépe. S výhledem do budoucnosti s omezováním uhelných elektráren se emisní rozdíl bude jen zvyšovat.[61, 62, 63, 64]

Tab. 7.1: Porovnání elektrického vozidla s alternativami se spalovacím motorem.[61, 62, 63, 64]

Parametr	Superb 2,0 TSI 200 kW 4x4	Superb 2,0 TDI 147 kW 4x4	Tesla Model 3 Performance 4x4
Max. rychlost	250 km/h	232 km/h	261 km/h
Zrychlení	6 s	7 s	3,3 s
Výkon	200 kW	147 kW	353 kW
Spotřeba paliva (avg)	7,1 l/100km	4,9 l/100km	16 kWh/100km (2 lge/100km*)
Emise CO ₂ (aktivní)	160 g/km	129 g/km	-
Druh paliva	Benzín	Diesel	Elektřina
Exhalační norma	Euro 6	Euro 6	-
Objem palivové nádrže	66 l	66 l	75 kWh (567 km)
Zavazadlový prostor	625 - 1760 l	625 - 1760 l	424 l
Hmotnost vozidla	1645 kg	1645 kg	1844 kg
Cena vozidla	1 237 900 Kč	1 163 900 Kč	1 700 200 Kč

*lge - ekvivalent fosilních paliv v litrech na 100 km.

8 Výpočet emisí

Výpočty jsou uvažovány pro průměrné hodnoty spotřeby, nároků na výrobu a likvidaci v rámci ČR. U většiny parametrů jsou voleny vyšší hodnoty emisí než představují průměrné hodnoty reálného výpočtu, a to je možné sledovat hlavně využitím emisně zatíženějšího energetického mixu, který se projevuje nejen u elektromobilů, ale také u automobilů se spalovacími motory. Výpočty jsou uskutečněny dle metodiky č. 2 a dále se zaměřují na provoz vybraných vozidel v oblasti města Brna.

Tab. 8.1: Výčet parametrů použitých pro výpočty zvolených vozidel dle tab. č. 7.1.[61, 62, 63, 64]

Parametr	Superb 2,0 TSI 200 kW 4x4	Superb 2,0 TDI 147 kW 4x4	Tesla Model 3 Performance 4x4
Druh paliva	Benzín	Nafta	Elektřina
Spotřeba	7,1 l/100 km	4,9 l/100 km	16 kWh/100 km
Objem palivové nádrže	66 l	66 l	75 kWh
Hmotnost automobilu	1645 kg	1645 kg	1844 kg

8.1 Emise z výroby

Výrobou vznikají pasivní emise vozidel, pro výpočet je uvažováno, že celkové emise 3,9 kg CO_{2eq}/kg (vztaženo k hmotnosti automobilu) na výrobu vozidel, dle Environmental Research, budou uvažovány pro obě varianty, kvůli zanedbatelnému rozdílu v emisích pro automobil se spalovacím motorem a pro elektromobil.[41] Pro výrobu baterií je stanovena průměrná hodnota vyprodukovaných emisí na 50 kg CO_{2eq}/kWh (emise na 1 kWh kapacity baterie).[44]

Celkové emise vzniklé při výrobě jsou dány vztahem č. 8.1:

$$E_{\text{vyroba}} = E_{\text{automobil}} + E_{\text{baterie}}. \quad (8.1)$$

Pro celkové emise vzniklé při výrobě automobilu se spalovacím motorem platí vztah č. 8.1 s vyjádřením ve vztahu č. 8.2 a následným dosazením (rovnice č. 8.3):

$$E_{\text{vyroba}} = \text{celkove emise} \cdot \text{hmotnost vozidla}, \quad (8.2)$$

$$E_{\text{vyroba}} = 3,9 \cdot 1645 = 6,416 \text{ [t CO}_{2\text{eq}}\text{]}. \quad (8.3)$$

Pro emise vzniklé výrobou baterie u elektromobilu platí vztah č. 8.4 s následným dosazením (rovnice č. 8.5):

$$E_{\text{baterie}} = \text{emise na 1 kWh kapacity baterie} \cdot \text{kapacita baterie}, \quad (8.4)$$

$$E_{\text{baterie}} = 0,05 \cdot 75 = 3,75 \text{ [t CO}_{2\text{eq}}\text{]}. \quad (8.5)$$

Pro emise vzniklé výrobou elektromobilu uvažujeme vztah č. 8.1 s vyjádřením ve vztahu č. 8.6 a následným dosazením (rovnice č. 8.7):

$$E_{\text{výroba}} = \text{celkové emise} \cdot \text{hmotnost vozidla} + E_{\text{baterie}}, \quad (8.6)$$

$$E_{\text{výroba}} = 3,9 \cdot 1,844 + 3,75 = 10,942 \text{ [t CO}_{2\text{eq}}\text{]}. \quad (8.7)$$

8.2 Emise z provozu

Emise vznikající při provozu lze dělit na aktivní (hlavními činiteli jsou spalování, otěr pneumatik a využití systému brzd) a pasivní (výroba paliva - PHM/elektrické energie, doplnění kapalin, aj.).

$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{aktivní}} + E_{\text{pasivní}}. \quad (8.8)$$

Aktivní emise automobilu se spalovacím motorem tvoří samotné spalování PHM, pro benzín vzniká 2,29 kg CO₂/l a pro naftu 2,66 kg CO₂/l.[46] Pasivní emise představuje těžba, výroba a distribuce PHM. Výroba PHM se svou energetickou náročností pohybuje přibližně 6 kWh na jeden galón, v přepočtu 1,585 kWh na litr. Emise jsou následně uvedené v závislosti na energetickém mixu ČR (431 g CO_{2e}/kWh).[47, 48] Doprava PHM v ČR je závislá na geografické poloze a vzdálenosti od skladu PHM, s využitím produktovodů na přepravu paliva mezi jednotlivými sklady a následným transportem cisternou v okolí daného skladu. Z dat společnosti Čepro, a.s. je roční spotřeba 32,3 GWh (viz příloha A) na distribuci 3,303 mil. litrů PHM, opět vztaženo k energetickému mixu.[49] Energetický mix ČR je dle European Environment Agency udáván 431 g CO_{2e}/kWh.[48] Pro transport PHM cisternou je uvažována spotřeba nafty 38,24 l/100 km a vzdálenost od skladu k čerpací stanici 15 km.

U elektromobilů dominují pasivní emise, kde je nutné určit spotřebu elektrické energie. Tato spotřeba je následně navýšena o 15 %, kvůli ztrátám při nabíjení, a následně uvedena v závislosti na energetickém mixu ČR (431 g CO₂/kWh).[52, 53, 48]

Pro celkové emise vzniklé při provozu automobilů se spalovacím motorem platí vztah č. 8.9:

$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{spalovani}} + (E_{\text{vyroba_PHM}} + E_{\text{doprava_PHM}}). \quad (8.9)$$

Pro emise vzniklé při provozu automobilu se spalovacím motorem (vztah č. 8.9) lze rozdělit parciálně na jednotlivé složky, a to jsou spalování (vztah č. 8.10), výroba (vztah č. 8.13) a doprava PHM (vztah č. 8.16), viz níže.

Pro emise vzniklé při spalování PHM, tudíž aktivních emisí platí vztah č. 8.10 s následným dosazením (rovnice č. 8.11 a 8.12):

$$E_{\text{spalovani}} = \frac{\textit{emise pri spalovani litru PHM} \cdot \textit{spotreba vozidla}}{100}, \quad (8.10)$$

$$E_{\text{spalovani, benzin}} = \frac{2290 \cdot 7,1}{100} = 162,59 \text{ [g } CO_2/km], \quad (8.11)$$

$$E_{\text{spalovani, nafta}} = \frac{2660 \cdot 4,9}{100} = 130,34 \text{ [g } CO_2/km]. \quad (8.12)$$

Pro emise vzniklé při výrobě PHM, tudíž pasivních emisí platí vztah č. 8.13 s následným dosazením (rovnice č. 8.14 a 8.15):

$$E_{\text{vyroba}} = \frac{\textit{spotreba vozidla}}{100} \cdot \textit{elektricka energie} \cdot \textit{energeticky mix}, \quad (8.13)$$

$$E_{\text{vyroba, benzin}} = \frac{7,1}{100} \cdot 1,585 \cdot 431 = 48,503 \text{ [g } CO_{2eq}/km], \quad (8.14)$$

$$E_{\text{vyroba, nafta}} = \frac{4,9}{100} \cdot 1,585 \cdot 431 = 33,474 \text{ [g } CO_{2eq}/km]. \quad (8.15)$$

Pro emise vzniklé při dopravě PHM, tudíž pasivních emisí platí vztah č. 8.16, po něm následující vztah pro jeho část s produktovody č. 8.17 a jeho druhou část pro cisternu vztah č. 8.18:

$$E_{\text{doprava}} = E_{\text{produktovody}} + E_{\text{cisterna}}, \quad (8.16)$$

$$E_{\text{produktovody}} = \frac{\textit{spotreba vozidla}}{100} \cdot \frac{\textit{preprava produktovody}}{\textit{spotrebovana el. energie}} \cdot \textit{energ. mix}, \quad (8.17)$$

$$E_{\text{cisterna}} = \frac{u \textit{jeto km} \cdot E_{\text{spalovani, nafta}} + E_{\text{vyroba, nafta}} + E_{\text{produktovody, cisterna}}}{l \textit{ PHM v prepravní nadrži}}. \quad (8.18)$$

Pro emise vzniklé při dopravě PHM cisternou potřebujeme znát její emise při spalování PHM ze vztahu 8.12 s následným dosazením (rovnice č. 8.19), dále emise zapříčiněné výrobou PHM dle vztahu č. 8.15 s následným dosazením (rovnice č. 20). A jako poslední parametr emise produktovodů PHM pro naftový motor cisterny, který je daný vztahem č. 8.17 s následným dosazením (rovnice č. 8.21). Sloučením těchto dílčích výsledků dostaneme emisí zatížení cisterny při dopravě PHM na vzdálenost 2x 15 km dle vztahu č. 8.18 s následným dosazením (rovnice č. 22):

$$E_{\text{spalovani, cisterna}} = \frac{2660 \cdot 38,24}{100} = 1017,18 [g CO_2/km], \quad (8.19)$$

$$E_{\text{vyroba, cisterna}} = \frac{38,24}{100} \cdot 1,585 \cdot 431 = 261,24 [g CO_{2eq}/km], \quad (8.20)$$

$$E_{\text{produktovody, cisterna}} = \frac{38,24}{100} \cdot \frac{3,303 \cdot 10^6}{32,3 \cdot 10^6} \cdot 431 = 16,854 [g CO_{2eq}/km], \quad (8.21)$$

$$E_{\text{cisterna}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot (1017,18 + 261,24 + 16,85)}{15000} = 2,591 [g CO_{2eq}/l]. \quad (8.22)$$

Pro emise vzniklé při dopravě PHM, tudíž pasivních emisí dané vztahem č. 8.16 s dosazením (rovnice č. 8.23 a 8.24):

$$E_{\text{doprava, benzin}} = \frac{7,1}{100} \cdot \left(\frac{3,303 \cdot 10^6}{32,3 \cdot 10^6} \cdot 431 + 2,591 \right) = 3,313 [g CO_{2eq}/km], \quad (8.23)$$

$$E_{\text{doprava, nafta}} = \frac{4,9}{100} \cdot \left(\frac{3,303 \cdot 10^6}{32,3 \cdot 10^6} \cdot 431 + 2,591 \right) = 2,287 [g CO_{2eq}/km]. \quad (8.24)$$

Pro celkové emise vzniklé při provozu spalovacího automobilu platí vztah č. 8.9, či sečtení dílčích řešení (rovnice č. 8.10 - 8.18) v rovnicích č. 8.25 a 8.26:

$$E_{\text{provoz, benzin}} = 162,59 + 48,503 + 3,313 = 214,407 [g CO_{2eq}/km], \quad (8.25)$$

$$E_{\text{provoz, nafta}} = 130,34 + 33,474 + 2,287 = 166,101 [g CO_{2eq}/km]. \quad (8.26)$$

Pro celkové emise vzniklé při provozu elektromobilu platí vztah č. 8.27:

$$E_{\text{provoz}} = E_{\text{nabití_baterie}} + E_{\text{ztraty_pri_nabijeni}}. \quad (8.27)$$

Pro emise vzniklé při nabíjení baterie elektromobilu platí vztah č. 8.28 s následným dosazením (rovnice č. 8.29):

$$E_{\text{nabití_baterie}} = \text{spotreba vozidla} \cdot E_{\text{energeticky_mix}}, \quad (8.28)$$

$$E_{\text{provoz}} = \frac{16}{100} \cdot 431 = 68,96 \text{ [g } CO_{2\text{eq}}/km]. \quad (8.29)$$

Pro celkové emise vzniklé při provozu elektromobilu včetně ztrát při nabíjení platí vztah č. 8.28 s následným dosazením (rovnice č. 8.30):

$$E_{\text{provoz}} = 68,96 \cdot 1,15 = 79,304 \text{ [g } CO_{2\text{eq}}/km]. \quad (8.30)$$

8.3 Emise z likvidace

Emise vzniklé z likvidace jsou uvedeny v průměru 1 t $CO_{2\text{eq}}$ na automobil obecně.[42, 43] Pro elektromobily je navíc řešena recyklace baterie, u které vznikají emise průměrně 15 kg $CO_{2\text{eq}}$ /kWh (emise na 1 kWh kapacity baterie).[54]

Pro celkové emise vzniklé při likvidaci vozidla obecně platí vztah č. 8.31:

$$E_{\text{likvidace}} = E_{\text{automobil}} + E_{\text{baterie}}. \quad (8.31)$$

Pro celkové emise vzniklé likvidací automobilu se spalovacím motorem platí vztah č. 8.31 s dosazením (rovnice č. 8.32):

$$E_{\text{likvidace}} = 1 + 0 = 1 \text{ [t } CO_{2\text{eq}}]. \quad (8.32)$$

Pro emise vzniklé likvidací baterie elektromobilu platí vztah č. 8.33 s následným dosazením (rovnice č. 8.34):

$$E_{\text{baterie}} = \textit{kapacita baterie} \cdot \textit{emise pri recyklaci}, \quad (8.33)$$

$$E_{\text{likvidace}} = 75 \cdot 0,015 = 1,125 \text{ [t } CO_{2\text{eq}}]. \quad (8.34)$$

Pro celkové emise vzniklé likvidací elektromobilu platí vztah č. 8.31 s dosazením (rovnice č. 8.27):

$$E_{\text{likvidace}} = 1 + 1,125 = 2,125 \text{ [t } CO_{2\text{eq}}]. \quad (8.35)$$

8.4 Shrnutí dosažených výsledků

Počáteční parametry byly uvedeny průměrné (s větším emisním zatížením) z čerpacích studií, a s co největším možným zaměřením na oblast EU, konkrétně na ČR. Na výpočty se tak nevztahují úspory (reálně snižované emise) v podnicích, které se podílejí na výrobě, příkladem pro Teslu Model 3 je výroba baterie, u které je snaha o docílení nižších emisí snížením energetické náročnosti výrobního komplexu zavedením solárních elektráren.[35]

Vypouštěné emise při ideálním spalování PHM, vypočtené v rovnicích 8.11 a 8.12, pro benzínový motor - 162,59 g CO₂/km a naftový motor - 130,34 g CO₂/km, se blíží hodnotám uvedeným výrobcem. Odchyłka od katalogových dat pro benzínový (2,59 g CO₂/km) a naftový (1,34 g CO₂/km) motor je zapříčiněna reálnými nároky na testovaný automobil, který podléhá testům WLTP a NEDC. Tyto testy mají za úkol simulaci reálné jízdy automobilem a mají předem definované úkony během jednotlivých testovacích cyklů.[27]

Dopravu PHM cisternou v rámci zásobování čerpacích stanic města Brna pro osobní vozidla můžeme považovat za zanedbatelné, protože pro čerpací stanici Shell (Hradecká 2895/32, 612 00 Brno-Královo Pole, ČR) je požadováno urazit vzdálenost jen 2x 15 km, jelikož v blízkosti leží sklad PHM (Brněnská 729/25, 664 47 Střelice, ČR). Emise z dopravy PHM cisternou při její průměrné spotřebě 38,24 l/100 km se pohybují v hodnotách stovek mg CO_{2eq}/km (dle přepočtu z 2,591 g CO_{2eq}/l).[51, 65]

Výsledné parametry získané v minulé kapitole z výpočtů pro jednotlivé typy vozidel jsou uvedeny v následujících tabulkách. Pro emise vzniklé z výroby a likvidace viz tab. č. 8.2, pro emise vzniklé při provozu viz tab. č. 8.3.

Tab. 8.2: Souhrn emisí vzniklých z výroby a likvidace pro elektromobily a automobily se spalovacím motorem.

Typ	Výroba		Likvidace		Celkem
	Automobil	Baterie	Automobil	Baterie	(Výr.+Likv.)
	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]
Benzín	6,42	0	1	0	7,416
Nafta	6,42	0	1	0	7,416
Elektromobil	7,19	3,75	1	1,125	13,067

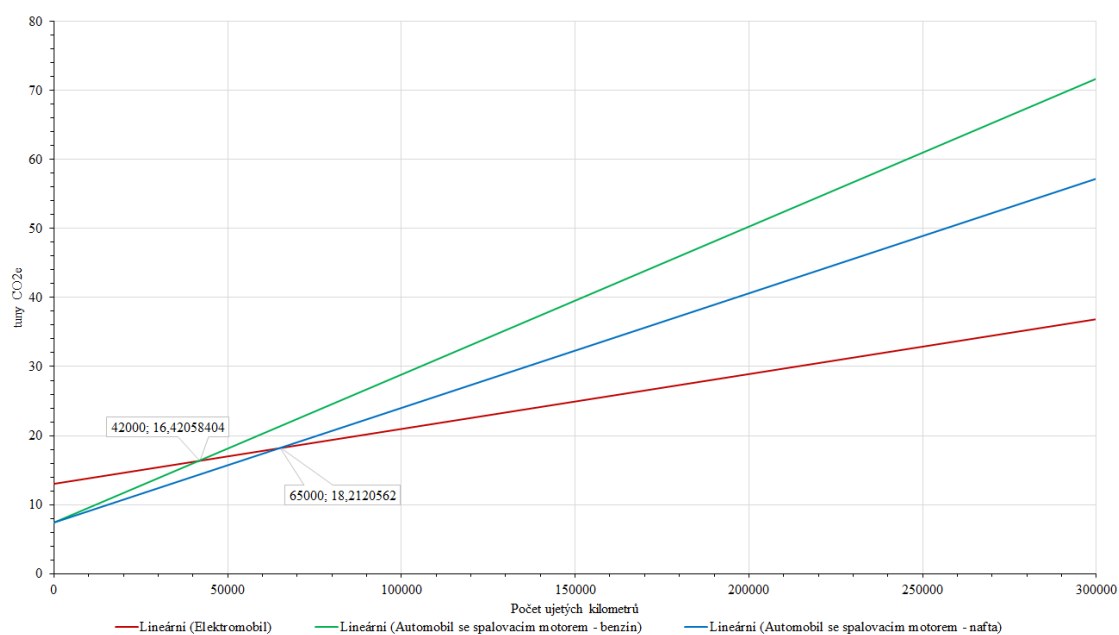
Tab. 8.3: Souhrn emisí vzniklých při provozu elektromobilů a automobilů se spalovacím motorem.

	Spotřeba	Spalování	Výroba	Doprava	Celkem
Typ	[l/100 km]	[g CO _{2eq} /km]	[g CO _{2eq} /km]	[g CO _{2eq} /km]	[g CO _{2eq} /km]
Benzín	7,1	162,59	48,504	3,31	214,41
Nafta	4,9	130,34	33,474	2,29	166,10
	Spotřeba	Energetický mix		Ztráty	Celkem
Typ	[kWh/km]	[g CO _{2eq} /kW]		[g CO _{2eq} /km]	[g CO _{2eq} /km]
Elektro	0,16	431		10,344	79,304

Pro grafické znázornění získaných dat je uvažován průměrný nájezd 300 000 km během životnosti automobilu. Průměrná doba životnosti automobilu v ČR překračuje hranici 15 let, a tomu odpovídá i statistika, že každý automobil urazí průměrně 20 000 km ročně.[56, 57] Počáteční stav grafu (obr. č. 8.1) tvoří emise vyprodukované při výrobě a likvidaci (7,416 t CO_{2eq} pro automobil se spalovacím motorem a 13,067 t CO_{2eq} pro elektromobil). Důležitými body grafu jsou dovršení přibližně 42 000 km pro benzínové motory a 65 000 km pro naftové motory, tj. kdy dojde ke kompenzaci výrobních emisí baterií elektromobilu (reprezentováno v tab. č. 8.4 - rozdíly B-E a N-E) a elektromobil se od tohoto "milníku" považuje za ekologický.

Tab. 8.4: Redukovaný výčet hodnot z tabulky pro graf (obr. č. 8.1).

	Elektromobil	Benzín	Rozdíl B-E	Nafta	Rozdíl N-E
Ujeté km	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]	[t CO _{2eq}]
0	13,07	7,42	-5,65	7,42	-5,65
10 000	13,86	9,56	-4,30	9,08	-4,78
20 000	14,65	11,70	-2,95	10,74	-3,92
30 000	15,45	13,85	-1,60	12,40	-3,05
40 000	16,24	15,99	-0,25	14,06	-2,18
50 000	17,03	18,14	1,10	15,72	-1,31
100 000	21,00	28,86	7,86	24,03	3,03
200 000	24,96	39,58	14,61	32,33	7,37
300 000	36,86	71,74	34,88	57,25	20,39



Obr. 8.1: Graf závislosti vytvořených emisí na ujeté vzdálenosti v km pro elektromobil Tesla Model 3 a automobily se spalovacími motory Škoda Superb (benzínová varianta – 2,0 TSI 200 kW 4x4 a naftová varianta – 2,0 TDI 147 kW 4x4)

Závěr

V práci byla objasněna aktuální problematika ekologie v dopravě se zaměřením na státy EU. Tématika elektromobilů, počínaje jejich historií, popisující výhody a nevýhody, které jsou v dnešní době stále více a více aktuální. V práci byly uvedeny požadavky motorů pro emisní normy EURO 1-6 s představením výroby vozidel, energetické náročnosti a použitých materiálů pro vybraná vozidla. Došlo ke zhodnocení původu emisí vozidel (aktivních a pasivních) při provozu vozidla spolu s možnostmi recyklace.

V další části práce byly popsány tři metodiky, které odpovídají různým analytickým pohledům na výpočet emisí vozidel, a které jsou následně rozvedeny do teoretických vztahů pro výpočet. Metodiky samotné se odlišují zahrnutými parametry ve výpočtu, kde dochází k jeho usnadnění, ale v některých případech i k podstatným odchylkám od reality.

V neposlední řadě proběhl výběr osobních automobilů, u kterých byly nastíněny jejich výrobní podmínky v daných společnostech, které disponují různými možnostmi při využívání dostupných materiálových prostředků a energií. Vozidla byla porovnána, došlo k poukázání na jejich odlišnosti.

Počáteční parametry výpočtů byly uvedeny průměrné (případně s větším emisním zatížením) z čerpaných studií, a s co největším možným zaměřením na oblast EU, konkrétně na ČR. Výsledné hodnoty vypočtených emisí jsou uvedeny v tab. č. 8.2 a 8.3. Kvůli zanedbatelnému rozdílu produkovaných emisí při výrobě automobilu se spalovacím motorem a elektromobilu bylo použito stejné hodnoty pro výpočet - 3,9 kg CO_{2eq}/kg (vztaženo na hmotnost automobilu).[41] Pro výrobu baterií je stanovena průměrná hodnota vyprodukovaných emisí na 50 kg CO_{2eq}/kWh (emise na 1 kWh kapacity baterie).[44]

Emise aktivní, tudíž vyprodukované při provozu automobilu se spalovacím motorem, závisí na jeho typu (podle spalované PHM) a spotřebě udávané v jednotkách l/100 km. Automobil s benzínovým spalovacím motorem a spotřebou 7,1 l/100 km vyprodukuje 162,59 g CO_{2eq}/km. S naftovým motorem se spotřebou 4,9 l/100 km pak nižší množství 130,34 g CO_{2eq}/km. Pasivní emise zastoupené výrobou a dopravou PHM při provozu automobilu se spalovacím motorem jsou závislé na energetickém mixu. Pro výrobu PHM jsou uvažovány emise pouze ze spotřeby elektrické energie, které odpovídají 1,585 kWh/l.[47] Dle vztahu 8.11 a následných výpočtů (rovnice č. 8.12 a 8.13) výroba PHM představuje 48,504 g CO_{2eq}/km pro benzínový motor se spotřebou uváděnou 7,1 l/100 km a 33,474 g CO_{2eq}/km pro naftový motor se spotřebou 4,9 l/100 km. Doprava PHM také závisí na spotřebě elektrické energie pro pohánění produktodů v rámci ČR (3,31 g CO_{2eq}/km pro spotřebu 7,1 l/100 km benzínu a 2,29 g CO_{2eq}/km pro spotřebu 4,9 l/100 km nafty). Celkové emise

automobilu se spalovacím motorem představují 214,41 g CO_{2eq}/km pro spotřebu 7,1 l/100 km benzínu a 166,10 g CO_{2eq}/km pro spotřebu 4,9 l/100 km nafty.

Emise pasivní, vznikající při provozu elektromobilu, jsou přímo závislé na spotřebě uváděné v kWh/100 km, na energetickém mixu a ztrátách při nabíjení. Pro spotřebu 16 kWh/100 km, energetický mix ČR - 431 g CO_{2eq}/kWh a ztráty energie 15 % při nabíjení, pak vycházejí celkové emise pro elektromobil 79,304 g CO_{2eq}/km.[48, 52, 53]

Likvidace jednoho vozidla vyprodukuje přibližně 1 t CO_{2eq} emisí, pokud by se jednalo o elektromobil, je nutné připočíst i emise vzniklé při recyklaci baterie, které činí 15 kg CO_{2eq}/kWh (vztaženo na kapacitu baterie).[42, 43, 54] Pro 75 kWh baterii to představuje 1,125 t CO_{2eq}.

Z výsledného grafu (obr. č. 8.1) nebo tabulky (tab. č. 8.4) můžeme pozorovat závislost produkce emisí na ujetých km dle typu vozidla. Dále byl určen počet km, kdy dochází ke kompenzaci emisí vzniklých výrobou baterie (u elektromobilů). Pro automobil s benzínovým spalovacím motorem je to přibližně 42 000 km, pro automobil s naftovým spalovacím motorem cca 65 000 km. Po ujetí těchto vzdáleností se stává provoz elektromobilu ekologičtější a produkuje méně emisí než automobily se spalovacím motorem.

Literatura

- [1] News European Parliament, Society. *CO2 emissions from cars: facts and figures*. [online], 2019, [cit. 22. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313ST031218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>>.
- [2] European Alternative Fuels Observatory. *Czech Republic, Summary* [online], 2021, [cit. 25. 5. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.eafo.eu/countries/czech-republic/1729/summary>>.
- [3] ERÚ - Energetický regulační úřad, Zprávy o provozu elektrizační soustavy. *Čtvrtletní zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR I. čtvrtletí 2020*. [online], 2020, [cit. 30. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<http://www.eru.cz/documents/10540/6616306/Ctvrtletni_zprava_2020_I_Q.pdf/f78c7115-0165-4583-b209-f9d89bd9e8a4>.
- [4] Burton, N. *History of Electric Cars*. Ramsbury, Marlborough. [online], 2013, [cit. 22. 10. 2020]. ISBN 978-1-84797-571-3. Dostupné z URL:
<<https://books.google.cz/books?id=mZV8AwAAQBAJ>>.
- [5] Franklin Institute, Philadelphia. *Journal - Franklin Institute of the State of Pennsylvania*. [online], 1826, [cit. 22. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://archive.org/details/journalfranklini141fran>>.
- [6] University of Groningen, University museum. *Sibrandus Stratingh (1785-1841)*. [online], 2019, [cit. 30. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.rug.nl/university-museum/history/prominent-professors/sibrandus-stratingh?lang=en>>.
- [7] Mercedes-Benz. *Benz Patent Motor Car, 1886 - 1894*. [online], 2020, [cit. 30. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://mercedes-benz-publicarchive.com/marsClassic/en/instance/ko/Benz-Patent-Motor-Car-1886---1894.xhtml?oid=4373>>.
- [8] Electrobat. *Morris and Salom Electrobat*. [online], [cit. 30. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<http://www.kcstudio.com/electrobat.html>>.
- [9] Education and Knowledge. *Bersey Electric Cabs 1897*. [online], 2020, [cit. 30. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://cars.svebas.com/bersey-electric-cabs-1897/>>.

- [10] History. *Model T*. [online], 2019, [cit. 30. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.history.com/topics/inventions/model-t>>.
- [11] Elektřina, Elektromobilita. *Tuzemský elektromobil EMA předběhl dobu o desítky let*. [online], 2018, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.elektrina.cz/elektromobil-ema>>.
- [12] Kettell, Steven. Encyclopedia Britannica. *Oil crisis*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.britannica.com/topic/oil-crisis>>.
- [13] EV1 White Paper. *EV1*. [online], 2002, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://web.archive.org/web/20090726034344/www.cleanup-gm.com/ev1.html>>.
- [14] Winfield, Barry. Car and driver, Reviews. *Tested: 1997 General Motors EV1 Proves to Be the Start of Something Big*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.caranddriver.com/reviews/a32944084/>>.
- [15] Craig, Jamieson. Electric. *GM could have led the electric revolution with the EV1*. [online], 2021, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.topgear.com/car-news/electric/gm-could-have-led-electric-revolution-ev1>>.
- [16] Mihálik, Miro. Elektromobily. *GM EV1 je smutnou připomínkou zrodu moderních elektroaut a mediální tragédie*. [online], 2019, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL: <<https://www.autorevue.cz/gm-ev1-wiki-historie-pribeh-pocatku-moderni-elektromobility>>.
- [17] Gregersen, Erik and Schreiber, Barbara A.. Encyclopedia Britannica. *Tesla, Inc.* [online], 2018, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.britannica.com/topic/Tesla-Motors>>.
- [18] Voříšek, Martin. O energetice. *Tesla představila baterie Powerwall a Powerpack*. [online], 2015, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/tesla-predstavila-baterie-powerwall-a-powerpack>>.
- [19] CI2. *Co je uhlíková stopa*. [online], 2013, [cit. 30. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://ci2.co.cz/cs/co-je-uhlikova-stopa>>.

- [20] Fakta o klimatu. *Vývoj světové teplotní anomálie*. [online], 2020, [cit. 20. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://faktaoklimatu.cz/infografiky/vyvoj-teplotni-anomalie>>.
- [21] Albeck-Ripka, L. *How to Reduce Your Carbon Footprint*. The New York Times. [online], 2019, [cit. 30. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.nytimes.com/guides/year-of-living-better/how-to-reduce-your-carbon-footprint>>.
- [22] Snižujeme CO₂. *Ochrana klimatu. Uhlíková stopa*. [online], 2015, [cit. 30. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://snizujemeco2.cz/cs/uhlikova-stopa>>.
- [23] Toyota. *Toyota Mirai, Vše, co potřebujete vědět o našem novém modelu na vodík*. [online], 2015, [cit. 30. 10. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.toyota.cz/world-of-toyota/news/new-toyota-mirai>>.
- [24] News European Parliament, Society. *Uhlíková neutralita. Dosáhneme jí do roku 2050?* [online], 2021, [cit. 12. 4. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190926ST062270/uhlikova-neutralita-dosahneme-ji-do-roku-2050>>.
- [25] VARI. *Technologie, Emisní norma EURO V*. [online], 2020, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.vari.cz/rady-a-navody/technologie/emisni-norma-euro-v/art:41687/>>.
- [26] Srovnátor. *Ostatní články, Přehled emisních norem*. [online], 2018, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.srovnator.cz/clanky/prehled-emisnich-norem/>>.
- [27] Audi. *Blíže k reálné spotřebě: WLTP nahrazuje nový evropský jízdní cyklus (NEDC)*. [online], 2019, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.audi.cz/wltp/nedc-a-wltp>>
- [28] Švarc, M. *E.ON Energy Globe, Je běžný automobil ekologičtější než elektromobil?*. [online], 2020, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/je-bezny-automobil-ekologictejsi-nez-elektromobil>>.

- [29] Škoda Auto a.s. *Zpráva o trvale udržitelném rozvoji 2017/2018*. Mladá Boleslav. [online], 2019, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://az749841.vo.msecnd.net/sites/encom/alv1/b457e438-5093-4fa7-acd1-798bbb0c9725/skoda-auto-zprava-o-trvale-udrzitelnem-rozvoji-2017-2018.901d3077a9dcc1436be575316c9f77ee.pdf>>.
- [30] Sovák, R. *Čistou stopou Prahou, Elektromobily a emise*. [online], 2017, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.cistoustopou.cz/autem/clanek/elektromobily-emise-547>>.
- [31] ČEZ a.s. *Česká energetika ve 21. století*. [online], 2020, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/nove-jaderne-zdroje/proc-nova-jaderna-elektrarna/ceska-energetika-ve-21.-století>>.
- [32] Jelínek, M. *Podívejte se, jak přesně probíhá ekologická likvidace vozu*. [online], 2018, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.auto.cz/podivejte-se-jak-presne-probiha-ekologicka-likvidace-vozu-124413>>.
- [33] Evropský parlament a Rada. *Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/53/ES, o vozidlech s ukončenou životností*. [online], 2020, [cit. 1. 6. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0053-20200306&from=EN>>.
- [34] Evropský parlament a Rada. *Směrnice Evropského parlamentu a rady 2006/66/ES, o bateriích a akumulátorech a odpadních bateriích a akumulátorech a o zrušení směrnice 91/157/EHS*. [online], 2006, [cit. 1. 6. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0066&from=CS>>.
- [35] Tesla Inc. *Impact Report 2019* [online], 2019, [cit. 18. 11. 2020]. Dostupné z URL:
<https://www.tesla.com/ns_videos/2019-tesla-impact-report.pdf>.

- [36] Bureš, D. *Dieselová auta jsou ekologičtější než elektromobily, tvrdí nová studie.* [online], 2018, [cit. 12. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<https://www.auto.cz/dieselova-auta-jsou-ekologictejsi-nez-_elektromobily-tvrdi-nova-studie-125375>
- [37] Deutsche Welle. *Ifo study casts doubt on electric vehicles' climate-saving credentials.* [online], 2019, [cit. 12. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<https://www.dw.com/en/ifo-study-casts-doubt-on-electric-_vehicles-climate-saving-credentials/a-48460328>
- [38] Nealer, R. Reichmuth, D. Anair, D. UCS, *Cleaner Cars from Cradle to Grave.* [online], 2015, [cit. 12. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2015/11/Cleaner-Cars-from-Cradle-to-Grave-full-report.pdf>>
- [39] ICCT. *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions.* [online], 2018, [cit. 12. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf>
- [40] European Environment Agency, Data visualization. *CO2 emissions by car manufacturer.* [online], 2019, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/cars-co2-emissions-trends-by-manufacturer-4#tab-chart_2>.
- [41] L. A. Ellingsen, B. Singh, A.H. Strømman, Environmental Research. *The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles.* [online], 2016, [cit. 3. 6. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054010>>.
- [42] F. Grelier, W. Todts, Transport & Environment. *CO₂ emissions from cars: the facts.* [online], 2018, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2018_04_CO2_emissions_cars_The_facts_report_final_0_0.pdf>.

- [43] La librairie ADEME, Ginko21, PE INTERNATIONAL AG, Mobilité et transport. *Élaboration selon les principes des ACV des bilans énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre et des autres impacts environnementaux*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/3273-elaboration-selon-les-principes-des-acv-des-bilans_energetiques-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-et-des-autres-impacts-environnementaux.html>.
- [44] Science Direct, Joule. *The Underestimated Potential of Battery Electric Vehicles to Reduce Emissions*. [online], 2019, [cit. 2. 6. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435119302715>>.
- [45] Zeke Hausfather, CarbonBrief. *Fact check: How electric vehicles help to tackle climate change*. [online], 2019, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.carbonbrief.org/factcheck-how-electric-vehicles-help-to-tackle-climate-change>>.
- [46] Natural Resources Canada, AutoSmart. *Learn the facts: Fuel consumption and CO₂*. [online], 2014, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oe/pdf/transportation/fuel-efficient-technologies/autosmart_factsheet_6_e.pdf>.
- [47] David Herron, Green Transportation, Energy transportation. *The 6 kWh electricity to refine gasoline would drive an electric car the same distance as a gasser?* [online], 2019, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://greentransportation.info/energy-transportation/gasoline-costs-6kwh.html>>.
- [48] European Environment Agency, Data visualization by Country level. *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-6>>.

- [49] ČEPRO, a.s., Hospodaření společnosti. *Výroční zpráva 2019*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.ceproas.cz/public/files/documents/vz-komplet-grafika-v7.pdf>>.
- [50] Tomorrow, electricityMap. *Česko, Uhlíková intenzita*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.electricitymap.org/zone/CZ>>.
- [51] ČEPRO, a.s. *Produktovodní síť a sklady*. [online], 2020, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.ceproas.cz/o-nas/produktovodni-sit-a-sklady>>.
- [52] Green Car Congress. *DOE: 77%-82% of energy put into an electric car is used to move the car down the road*. [online], 2018, [cit. 12. 04. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.greencarcongress.com/2018/09/20180905-fotw.html>>.
- [53] Bengt Halvorson, Green Car Reports. *Charging An Electric Car: Why It Takes More Energy Than Your Battery Holds*. [online], 2015, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.greencarreports.com/news/1098248_charging-an-electric-car-why-it-takes-more-energy-than-your-battery-holds>.
- [54] E. Emilsson, L. Dahllöf, iVL Swedish Environmental Research Institute. *Lithium-Ion Vehicle Battery Production*. [online], 2019, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf>>.
- [55] L. Mathieu, C. Mattea, Transport & Environment. *From dirty oil to clean batteries*. [online], 2021, [cit. 12. 5. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2021_02_Battery_raw_materials_report_final.pdf>.
- [56] Idnes, auto. *ANALÝZA: Jaké jsou průměrné nájezdy ojetých vozů?* [online], 2020, [cit. 12. 5. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/ojete-vozy-najezd-cena-aut-podvody-auto.A200619_140833_automoto_mama>.

- [57] Idnes, auto. *Průměrné stáří aut na českých silnicích přesáhlo 15 let.* [online], 2018, [cit. 12. 5. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.idnes.cz/auto/historie/peumerne-stari-aut-vozovy-_park.A180611_134319_auto_ojetiny_fdv>.
- [58] Tesla Inc. *Model 3.* [online], 2021, [cit. 12. 04. 2021]. Dostupné z URL:
<https://www.tesla.com/cs_cz/model3>.
- [59] Škoda Auto a.s. *Superb.* [online], 2020, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.skoda-auto.cz/modely/novy-superb/novy-superb>>.
- [60] Forbes. *The Carbon Footprint Of Tesla Manufacturing.* [online], 2016, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.forbes.com/sites/quora/2016/04/22/the-carbon-footprint-of-tesla-manufacturing/>>.
- [61] Škoda Auto a.s. *Press Kit.* [online], 2019, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<https://cdn.skoda-storyboard.com/2019/06/04_Press_Kit_SKODA_SUPERB_Engines.pdf>.
- [62] Škoda Auto a.s. *Porovnání modelů.* [online], 2020, [cit. 6. 12. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://car-comparison.skoda-auto.com/260/cs-CZ/?mbv1=3V3&carline1=63002>>
- [63] The Car Guide, Tesla. *Tesla Model 3 Performance.* [online], 2021, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://www.guideautoweb.com/en/makes/tesla/model-3/2021/specifications/performance-awd/>>
- [64] fDrive, Tesla Model 3. *Tesla Model 3 Performance.* [online], 2021, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<<https://fdrive.cz/katalog/tesla-model-3/specifikace/performance>>
- [65] E. Hradilová, Z. Málek. *Analýza distribuce pohonných hmot na čerpací stanice.* [online], 2021, [cit. 12. 4. 2021]. Dostupné z URL:
<https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/21994/hradilov%C3%A1_2012_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Seznam symbolů a zkratek

avg	Average - průměr
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
FVE	Fotovoltaické elektrárny
GHG	Greenhouse Gas
JE	Jaderné elektrárny
NEDC	New European Driving Cycle
PE	Parní elektrárny
PHM	Pohonné hmoty
PM	Pevné částice
PPE	Paroplynové elektrárny
PSE	Plynové a spalovací elektrárny
PVE	Přečerpávací vodní elektrárny
RDE	Real Driving Emissions
TDI	Turbocharged Direct Injection
TSI	Twincharged Stratified Injection
VE	Vodní elektrárny
VTE	Větrné elektrárny
WLTP	Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure

A Příloha - ČEPRO a.s.

Věc: Odpověď na žádost o poskytnutí informací

Vážený pane ,

společnosti ČEPRO, a.s., IČO: 601 93 531, se sídlem Dělnická 213/12, Holešovice, 170 00 Praha 7 (dále jen „ČEPRO“) byla dne 22. března 2021 doručena emailová zpráva, kterou jste společnosti ČEPRO zaslal ve smyslu zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, v platném znění (dále jen „Žádost“ a „Zákon“).

V Žádosti jste požadoval sdělení následujících informací:

- „1. Celkové množství PH přepravených produktovody za rok.
2. Celkovou roční spotřebu elektrické energie. “

(dále jen „Informace“).

V první řadě pokládám za nezbytné Vás upozornit, že společnost ČEPRO, jakožto soukromoprávní akciová společnost, se nepovažuje za povinný subjekt, resp. veřejnou instituci, ve smyslu ust. § 2 odst. 1, odst. 2 Zákona, neboť nenaplňuje žádný znak veřejné instituce vymezený nálezem Ústavního soudu ze dne 24. ledna 2007, sp. zn. I. ÚS 260/06 (tzv. nálezy Letiště Praha). V této souvislosti je třeba zdůraznit, že společnost ČEPRO nebyla zřízena právním předpisem, který by upravoval její postavení a řídil její činnost. Žádný právní předpis pak existenci společnosti ČEPRO ani nepředpokládá; její obchodní činnost není schvalována státem ani financována z veřejného rozpočtu. Stejně tak se společnost ČEPRO žádným způsobem nepodílí na výkonu veřejné moci a nerozhoduje o veřejných subjektivních právech a povinnostech osob.

Společnost ČEPRO byla naopak založena a vznikla na základě soukromoprávního úkonu podle tehdy platného obchodního zákoníku. Její zrušení a zánik se podle stanov řídí zákonem č. 90/2012 Sb., o obchodních společnostech a družstvech (zákon o obchodních korporacích), v platném znění (dále jen „ZOK“). Přestože společnost ČEPRO vznikla na základě privatizace státního majetku, od svého vzniku je osobou soukromého práva odlišnou od státu s tím, že vznik jejích orgánů včetně celkového korporátního zřízení byl a je podřízen výlučně soukromoprávním předpisům a principům. Ačkoliv je tedy stát jediným akcionářem společnosti ČEPRO, vykonává toliko práva a plní povinnosti, jež mu (jako jakémukoliv jinému

ČEPRO, a. s.
Dělnická 213/12
170 00 Praha 7
Česká republika

Tel.: +420 221 968 111
Fax: +420 221 968 300
E-mail: ceproas@ceproas.cz
<http://www.ceproas.cz>

Zapsáno v Obchodním
rejstříku vedeném
Městským soudem v Praze,
oddíl B, vložka 2341.

IČ: 60193531
DIČ: CZ60193531

akcionáři) přiznává zejména ZOK (např. volba orgánů na valné hromadě). Výkon akcionářských práv státem proto nemůže představovat jakýkoliv vrchnostenský dohled nad činností společnosti ČEPRO. V neposlední řadě je pak třeba akcentovat, že společnost ČEPRO vykonává výlučně běžnou podnikatelskou činnost za účelem dosahování zisku.

Veškeré znaky, definované nálezem Letiště Praha jsou v případě společnosti ČEPRO soukromoprávního charakteru, a proto společnost ČEPRO není povinnou osobou podle Zákona. Trvat na tom, aby Vám společnost ČEPRO poskytla požadované Informace, by proto bylo v rozporu s článkem 4 odst. 1 Listiny základních práv a svobod, podle kterého lze (nejen) obchodním společnostem ukládat povinnost na základě zákona. Postavení společnosti ČEPRO je co do podstaty diametrálně odlišné od postavení právnických osob veřejného práva, neboť spočívá především v podnikání, jehož účelem je dosahování zisku. Koncepce Zákona přitom nepočítá s tím, že by v postavení povinného subjektu měla být obchodní společnost typu společnosti ČEPRO, která ani částečně nevykovává veřejnou moc.

Pro úplnost Vám dále sděluji, že postavení společnosti ČEPRO jako povinné osoby podle Zákona není v rozhodovací praxi správních soudů ustálené. Z pravomocného rozhodnutí Městského soudu v Praze ze dne 21. listopadu 2018, sp. zn. 5 A 97/2015 vyplývá, že společnost ČEPRO osobou povinnou podle zákona není. Naproti tomu z rozhodnutí téhož soudu ze dne 3. dubna 2019, sp. zn. 9 A 21/2016, ohledně kterého probíhá řízení o kasační stížnosti, vyplývá, že společnost ČEPRO by osobou povinnou podle Zákona být měla. V případě trvající absence zákonné povinnosti a do doby, než bude Nejvyšším správním soudem v řízení o kasační stížnosti postaveno najisto, že společnost ČEPRO je či není povinna informace podle Zákona poskytovat, zastává společnost ČEPRO v souladu se shora uvedenou argumentací stanovisko, že povinnou osobou není.

I přes shora popsané skutečnosti **zastává společnost ČEPRO, jakožto soukromoprávní akciová společnost, jejímž jediným akcionářem je Česká republika – Ministerstvo financí ČR, směrem k veřejnosti otevřený a transparentní přístup.** Z tohoto důvodu jednotlivé žádosti o informace podané podle Zákona zpravidla posuzuje s cílem co největší přezkoumatelnosti ze strany veřejnosti.

V kontextu shora uvedeného společnost ČEPRO posoudila Vaši Žádost a poskytuje požadované Informace:

- Celkové množství pohonných hmot přepravovaných produktovody je uvedeno vždy ve výroční zprávě společnosti ČEPRO dostupné na www.ceproas.cz v sekci O nás – Hospodaření společnosti
- Souhrnná spotřeba elektrické energie v roce 2020 za všechny sklady společnosti ČEPRO činila 32,3 GWh.

S pozdravem